

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 8月22日
Date of Application:

出願番号 特願2003-299317
Application Number:

[ST. 10/C] : [JP2003-299317]

出願人 セイコーホーリー株式会社
Applicant(s):

2003年 9月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫

【書類名】 特許願
【整理番号】 J0101304
【提出日】 平成15年 8月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 B41J 2/04
【発明者】
 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
 【氏名】 三浦 弘綱
【特許出願人】
 【識別番号】 000002369
 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100098084
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2002-337121
 【出願日】 平成14年11月20日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 038265
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9606536

【書類名】特許請求の範囲**【請求項1】**

圧力室に貯えられた液体を、前記圧力室への加圧によって、その吐出口から吐き出す吐出手段と、

前記加圧により前記吐出口から吐き出された液体に、その液滴化を補助するためのエネルギーを付与する液滴化補助手段と、

を具備することを特徴とする液滴吐出装置。

【請求項2】

前記エネルギーは、光エネルギーであることを特徴とする請求項1に記載の液滴吐出装置。

【請求項3】

前記光エネルギーは、コヒーレント光が有するエネルギーであることを特徴とする請求項2に記載の液滴吐出装置。

【請求項4】

前記光エネルギーは、進行方向が互いに異なる複数の光が有するエネルギーであることを特徴とする請求項2あるいは3に記載の液滴吐出装置。

【請求項5】

前記光エネルギーは、進行方向が互いに逆向きの複数の光が有するエネルギーであることを特徴とする請求項2あるいは3に記載の液滴吐出装置。

【請求項6】

前記エネルギーは熱エネルギーであることを特徴とする請求項1に記載の液滴吐出装置。

【請求項7】

前記吐出口から液体の吐き出しが開始するのを検知する開始タイミング取得手段と、

前記開始タイミング取得手段により液体の吐き出し開始が検知されたタイミングから、予め定められた時間だけ経過したタイミングにて、前記液滴化の補助をするように前記液滴化補助手段を制御する制御手段と、

を具備することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1に記載の液滴吐出装置。

【請求項8】

前記制御手段は、前記液体の吐出量が大なるほどに、前記時間を長くするよう設定することを特徴とする請求項7に記載の液滴吐出装置。

【請求項9】

前記吐出口から吐き出された液体に光を照射する光出射手段と、

前記吐出口から吐き出された液体を介して、前記光出射手段と対面するとともに、前記光出射手段から出射された光を受光する受光手段とを更に有し、

前記開始タイミング取得手段は、前記受光手段による受光のレベルが変化したとき、前記液体の吐き出し開始を検知する

ことを特徴とする請求項7あるいは8に記載の液滴吐出装置。

【請求項10】

前記液滴化補助手段は、前記液体の吐き出し開始の検知に用いられる光のエネルギーよりも大なるエネルギーの光を、前記光出射手段から出射させて液滴化を補助する

ことを特徴とする請求項9に記載の液滴吐出装置。

【請求項11】

圧力室に貯えられた液体を、前記圧力室への加圧によって、その吐出口から吐き出す吐出過程と、

前記加圧により前記吐出口から吐き出された液体に、その液滴化を補助するためのエネルギーを付与する液滴化補助過程と

を有することを特徴とする液滴吐出方法。

【請求項12】

前記エネルギーは、光エネルギーであることを特徴とする請求項11に記載の液滴吐出

方法。

【請求項13】

前記光エネルギーは、コヒーレント光が有するエネルギーであることを特徴とする請求項12に記載の液滴吐出方法。

【請求項14】

前記光エネルギーは、進行方向が互いに異なる複数の光によるエネルギーであることを特徴とする請求項12あるいは13に記載の液滴吐出方法。

【請求項15】

前記光エネルギーは、進行方向が互いに逆向きの複数の光によるエネルギーであることを特徴とする請求項12あるいは13に記載の液滴吐出方法。

【請求項16】

前記エネルギーは、熱エネルギーであることを特徴とする請求項11に記載の液滴吐出方法。

【請求項17】

前記吐出口から液体の吐き出しが開始するのを検知する開始タイミング取得過程を更に有し、

前記吐き出し開始が検知されたタイミングから、予め定められた時間だけ経過したタイミングに、前記液滴化補助過程を開始する

ことを特徴とする請求項11乃至16のいずれか1に記載の液滴吐出方法。

【請求項18】

前記液滴化補助過程において、前記液体の吐出量が大なるほどに、前記時間を長くするように設定することを特徴とする請求項17に記載の液滴吐出方法。

【請求項19】

前記開始タイミング取得過程において、

前記吐出口から吐き出された液体に光を照射する光出射手段から光を出射し、

前記吐き出された液体を介して前記光出射手段と対面する受光手段により、前記光出射手段から出射された光を受光し、

前記受光手段による受光のレベルが変化したとき、前記液体の吐き出し開始を検知することを特徴とする請求項17あるいは18に記載の液滴吐出方法。

【請求項20】

前記液滴化補助過程において、前記液体の吐き出し開始の検知に用いられる光のエネルギーよりも大なるエネルギーの光を、前記光出射手段から出射させて液滴化を補助する

ことを特徴とする請求項19に記載の液滴吐出方法。

【請求項21】

配線、カラーフィルタ、フォトレジスト、マイクロレンズアレイ、エレクトロ・ルミネセンス材料、生体物質、および、電気光学装置に含まれる素子のうちいずれか1のパターニングに用いることを特徴とする請求項7乃至10のいずれか1に記載の液滴吐出方法。

【請求項22】

請求項11乃至20のいずれかに記載の液滴吐出方法によりパターニングされた素子を有することを特徴とする電気光学装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】液滴吐出装置、液滴吐出方法および電気光学装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、液滴を吐出するための液滴吐出方法および液滴吐出装置ならびに当該液滴吐出方法により製造される電気光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

配線等のパターニング法のひとつとして、液滴吐出装置を用いたパターニング法が知られている。この種のパターニング法においては、銀粒子等の機能性材料を含有する液滴を、液滴吐出装置から回路基板に向けて吐出して、回路基板に機能性材料を定着させて配線を形成する（例えば、特許文献1参照）。このような方法によれば、設備構成が簡易なため、シャドウマスクを用いた蒸着法などと比較して、低コストでパターニングできるという利点がある。

【0003】

図12(a)から図12(c)は、従来における液滴吐出装置の吐出ヘッドから、10 pL(ピコリットル: 10^{-15} m^3)の液滴を吐出する様子を時系列的に示した図である。まず、図12(a)に示すように、溶液タンク900と連通状態にある圧力室910を形成する面912を、圧電素子920を用いて圧力室910外部に凸となるように変形させ、圧力室910内の溶液を減圧する。このように圧力室910内の溶液が減圧されると、溶液タンク900から圧力室910に溶液が流入する。次いで、図12(b)に示すように、圧電素子920により、圧力室910の面912を圧力室910内部に凸となるように変形させ、圧力室910内の溶液を増圧し、連なった状態の溶液（以降「液柱」と称する）をノズル930から吐出させる。この状態の下、図12(c)に示すように、再び圧力室910内の溶液を減圧すると、液柱はノズル930を介して圧力室910に戻ろうとするが、慣性力の働きにより液柱にくびれが生じ、くびれ部分で液柱が分裂して、液滴が吐出ヘッドから吐出する。

【0004】

【特許文献1】特開2002-164635号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、配線等のパターニングに使用される溶液には、銀粒子等の導電性微粒子が大量に含まれている。このため、パターニング用の溶液は、顔料系のインクなどと比較して粘度が高く、その一部には、 $20 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ （パスカル秒）もの粘度を有する溶液が用いられる。

一方で、パターニングを高精度で行うには、液滴吐出装置から吐出する液滴はできる限り微小なものが望ましい。

【0006】

しかしながら、液滴吐出装置から吐出する溶液の粘度が高くなると、液滴の微小化が困難となる。ここで、図13(a)および図13(b)は、粘度の高い溶液を2 pL程度の微小液滴にて吐出しようとした場合の失敗例を示す図である。上述したように圧力室910の溶液を減圧後に増圧すると、ノズル930から液柱が流出する[図13(a)]。この状態の下、圧力室910における溶液を減圧したとしても、液柱は、その分子間力が大きいため、図13(b)に示すように、分断されることなく圧力室910内に引き戻されてしまう。これを防止する方策としては、液柱の体積を大きくする方法や、溶液中の吐出の速度を大きく方法などが考え得る。ところが吐出速度を速くすると着弾時の飛びちらりや着弾後の位置ずれ（液滴の移動）が問題になる。逆に液柱の体積を大きくしては微小液滴の塗布ができない。

このように、従来の液滴吐出装置においては、溶液の粘度が高くなると液滴の微小化が

困難であった。

【0007】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、微小な液滴を確実に吐出することが可能な液滴吐出方法、および、該液滴吐出方法を用いた液滴吐出装置、ならびに、当該液滴吐出方法により製造された電気光学装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、この発明にかかる液滴吐出装置は、圧力室に貯えられた液体を、前記圧力室への加圧によって、その吐出口から吐き出す吐出手段と、前記加圧により前記吐出口から吐き出された液体に、その液滴化を補助するためのエネルギーを付与する液滴化補助手段と、を具備することを特徴とする。

かかる液滴吐出装置によれば、吐出口から吐き出された液体は、液滴化補助手段により補助されつつ液滴化される。これにより、粘度が高い液体であっても、確実に液滴を吐出することが可能となる。

好ましい態様において、前記液滴化補助手段は、前記吐出口から吐き出された液体の側部に向けて、側方からエネルギーを与える。

【0009】

ここで、前記エネルギーとしては、コヒーレント光などの光が有する光エネルギー、熱エネルギーを用いることが好ましい。さらに、前記光エネルギーは、進行方向が互い異なる複数の光が有するエネルギーであることが好ましく、特に、進行方向が互い逆向きの複数の光が有するエネルギーであることが好ましい。

【0010】

別の好ましい態様において、液滴吐出装置は、前記吐出口から液体の吐き出し始めるのを検知する開始タイミング取得手段と、前記開始タイミング取得手段により液体の吐き出し始めるのを検知されたタイミングから、予め定められた時間だけ経過したタイミングにて、前記液滴化の補助をするように前記液滴化補助手段を制御する制御手段と、をさらに備える。このように、制御手段により液滴化の補助タイミングを調整することにより、任意の大きさの液滴を吐出することが可能となる。

ここで、前記制御手段は、前記液体の吐出量が大なるほどに、前記時間を長くするよう設定する。

【0011】

また、別の好ましい態様において、前記吐出口から吐き出された液体に光を照射する光出射手段と、前記吐出口から吐き出された液体を介して、前記光出射手段と対面するとともに、前記光出射手段から出射された光を受光する受光手段とを更に有し、前記開始タイミング取得手段は、前記受光手段による受光のレベルが変化したとき、前記液体の吐き出し始めるのを検知することを特徴とする。

ここで、前記液滴化補助手段は、前記液体の吐き出し始めるのを検知に用いられる光のエネルギーよりも大なるエネルギーの光を、前記光出射手段から出射させて液滴化を補助する。

【0012】

また、本発明は、上述した液滴吐出装置のほか、該液滴吐出装置を実現するための液滴吐出方法を提供する。すなわち、本発明は、圧力室に貯えられた液体を、前記圧力室への加圧によって、その吐出口から吐き出す吐出過程と、前記加圧により前記吐出口から吐き出された液体に、その液滴化を補助するためのエネルギーを付与する液滴化補助過程とを有することを特徴とする液滴吐出方法を提供する。

この液滴吐出方法にあっても、上記液滴吐出装置と同様に、溶液の粘度に拘わらず、確実に液滴を吐出することができるという効果を奏する。

【0013】

ここで、前記エネルギーとしては、コヒーレント光などの光が有する光エネルギー、

熱エネルギーを用いることが好ましい。さらに、前記光エネルギーは、進行方向が互い異なる複数の光が有するエネルギーであることが好ましく、特に、進行方向が互い逆向きの複数の光が有するエネルギーであることが好ましい。

【0014】

別の好ましい態様において、前記吐出口から液体の吐き出しが開始するのを検知する開始タイミング取得過程を更に有し、前記吐き出し開始が検知されたタイミングから、予め定められた時間だけ経過したタイミングに、前記液滴化補助過程を開始する。ここで、前記液滴化補助過程において、前記液体の吐出量が大なるほどに、前記時間を長くするよう設定する。

【0015】

また、別の好ましい態様において、前記開始タイミング取得過程において、前記吐出口から吐き出された液体に光を照射する光出射手段にから光を出射し、前記吐き出された液体を介して前記光出射手段と対面する受光手段により、前記光出射手段から出射された光を受光し、前記受光手段による受光のレベルが変化したとき、前記液体の吐き出し開始を検知する。

ここで、前記液滴化補助過程において、前記液体の吐き出し開始の検知に用いられる光のエネルギーよりも大なるエネルギーの光を、前記光出射手段から出射させて液滴化を補助する。

【0016】

上記液滴吐出方法の適用例としては、配線や、カラーフィルタ、フォトレジスト、エレクトロ・ルミネセンス材料、マイクロレンズアレイ、生体物質、電気光学装置に含まれる素子などのパターニングが挙げられる。

また、本発明は、上記液滴吐出方法によりパターニングされた素子を有することを特徴とする電気光学装置を提供する。ここで、上記液滴吐出方法により製造される電気光学装置としては、液晶装置、有機EL表示装置、プラズマ型表示装置、S E D (Surface-Conduction Electron-Emitter Display)、電子源基板などがある。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、粘度が高い液体であっても、確実に液滴化して吐出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

図1は、本発明の実施形態にかかる液滴吐出装置に含まれる吐出ヘッドの周辺構成を示す図である。この図において、溶液タンク110は、吐出ヘッド100から吐出される機能性材料を含む溶液（液体）を貯蔵する。具体的には、溶液タンク110は、C₁₄H₃₀ (n-tetradecane)などの有機溶液に、銀の微小粒子が混合された粘度20mPa·s程度の溶液を貯蔵する。この溶液は、配線のパターニング用の材料であり、液滴吐出装置10において、2pL程度の液滴にて吐出される。

なお、後述の液滴吐出装置10の適用例において説明するように、液滴吐出装置10から吐出される液滴は、配線パターン用の溶液に限らず、例えばEL（エレクトロ・ルミネセンス）材料を含む溶液、液晶用カラーフィルタの製造に用いられるインク、フォトレジスト材料を含む溶液の他、印刷用のインクなどであっても良い。

【0019】

圧力室120は、溶液タンク110内部と連通しており、溶液タンク110から溶液を流入し、流入した溶液を一時的に貯える。圧電素子130は、後述の制御部300から供給される駆動信号に応じて、圧力室120の面122を、圧力室120外部あるいは内部に凸となるように変形させ、圧力室120に貯えられる溶液の圧力を制御する。圧力室120内の溶液は、圧力室120の面122が外部に凸となると減圧され、内部に凸となると増圧される。

【0020】

ノズル140は、圧力室120内の溶液が増圧されると、液柱（図中二点鎖線）を吐出し、圧力室120内の溶液が減圧されると一旦吐出した液柱を圧力室120側に吸入する。なお、ノズル140の数は任意であるが、この実施形態においては、3つのノズル140を有する液滴吐出装置10を例に挙げて説明する。

【0021】

これらのノズル140近傍には、液柱の液滴化を補助する構成として、レーザ200、円筒レンズ210および受光素子230が設けられている。図2はレーザ200および円筒レンズ210の斜視図である。この図に示すように、レーザ200は、レーザビームを出射する帯状の出射面202を有しており、高レベルあるいは低レベルのいずれかの強度にてレーザビームを出射する。円筒レンズ210は、凸レンズであり、レーザ200から出射されたレーザビームを、3つのノズル140から吐出される液柱の各々を貫通する直線上に集光させる。つまり、レーザ200および円筒レンズ210は、ノズル140から吐き出された液柱の側部に向けて、側方からエネルギーを与える役割を果す。

【0022】

ここで、レーザ200から出射される低レベルのレーザビームと高レベルのレーザビームとの相違について説明する。まず、高レベルのレーザビームは、円筒レンズ210により液柱に集光されると、液柱のうち集光部分を加熱するレーザビームであり、後述するように液柱の分裂を促進させ、液柱の液滴化を補助する役割を果たす。一方、低レベルのレーザビームは、液柱に集光されたとしても、液柱をほとんど加熱することはないレーザビームであり、液柱の吐き出し開始時点の検出に用いられる。

【0023】

再び図1に説明を戻す。受光素子230は、レーザ200の位置からみて各液柱の後方に位置するように、各々のノズル140に個別に対応するように設けられている。すなわち、受光素子230は、液柱を介して、レーザ200と対向するように設けられている。この受光素子230は、低レベルのレーザビームの受光状態に応じて、液柱の吐き出し開始時点を検出する。さらに詳述すると、液柱が吐出していない場合には、円筒レンズ210と受光素子230との間には障害物が存在しないため、受光素子230は、低レベルのレーザビームをほとんど損失することなく受光する。受光素子230は、このように低レベルのレーザビームを受光すれば、受光信号RSを制御部300に供給する。一方、液柱の吐出が開始し、レーザ200から受光素子230に至るまでのレーザビームの光路が、液柱により遮られた場合、レーザビームは、液柱に反射・吸収・散乱され、受光素子230まで到達しない。受光素子230は、液柱の吐出により、低レベルのレーザビームを受光しなくなると、制御部300への受光信号RSの供給を停止する。

【0024】

図3は、吐出を開始した液柱により、レーザビームの光路が遮られる時点の様子を示す図である。この図に示すように、液柱の先端がレーザビームの集光位置Pに到達すると、レーザビームは液柱に反射・吸収・散乱される。受光素子230は、液柱によりレーザビームの到達が妨げられると、制御部300への受光信号RSの供給を停止する。なお、受光素子230は、レーザ200から自身までのレーザビームの光路に液柱があるか否かを検出するための手段である。このため、液柱によりレーザビームが完全に遮断されない構成であれば、受光素子230は、受光レベルの変化を検出した場合に、上記受光信号RSの供給を停止するものとしても良い。

【0025】

再び図1において、制御部300は、CPU(Central Processing Unit)や、タイマクロックなどを含み、圧電素子130およびレーザ200を駆動して、ノズル140から液滴を吐出させる。さらに詳述すると、制御部300は、圧電素子130を駆動して圧力室120内の溶液の増圧あるいは減圧にかかる制御を行つ一方で、受光素子230から供給される受光信号RSに応じて、レーザ200から出射させるレーザビームの強度を切り替える。

なお、液滴吐出装置10には、液滴のパターニング時に、吐出ヘッド100を搬送するヘッドキャリッジや、基板などの液滴が塗布される被塗布媒体を搬送するため機構などが含まれるが、それらは周知の技術により実現し得るため詳細については省略する。また、被塗布媒体の所定位置に液滴を塗布するために（すなわち、パターニングするために）、制御部300により実行される吐出ヘッド100（圧電素子130）の制御方法についても、周知の技術により実現し得るためここでは省略する。

【0026】

このような構成の下、液滴吐出装置10においては、以下のようにして2p1の微小液滴を7m/sの初速度で吐出する。

はじめに、制御部300は、レーザ200から低レベルのレーザビームを出射させる。続いて、制御部300は、圧電素子130に駆動信号を供給し、圧力室120の面122を外部に凸となるように変形させる。これにより、従来の技術で述べたように、圧力室120内の溶液は減圧され、溶液タンク110から圧力室120に溶液が流入する。次いで、制御部300は、圧電素子130により、圧力室120内の溶液を増圧して、ノズル140から液柱を吐出させる。

【0027】

ここで、溶液は20mPa·sもの粘度を有している。このため、仮に7m/sで液柱を一旦吐出した後、圧力室120内を減圧すると、液柱は分断されること無くノズル140を介して圧力室120に吸入されてしまい、液滴を吐出することができない。すなわち、従来における液柱のプッシュ（吐出）およびプル（吸入）の動作のみにより、液滴を吐出することができない。これに対処すべく、本実施形態にかかる液滴吐出装置10は、以下のようにして、プッシュ-プル動作による液柱の液滴化を補助しつつ液滴を吐出する。

【0028】

まず、制御部300は、圧電素子130による液柱の吐出にかかる処理と並行して、液柱の吐き出し開始時点として、吐出中の液柱の先端が、レーザビームの集光位置Pを通過する時点を検出する。この際、制御部300は、液柱の先端が集光位置Pを通過する時点として、受光素子230から受光信号RSの供給が途絶えた時点を検出する。

【0029】

次いで、制御部300は、圧電素子130により引き続き液柱を吐出させつつ、タイマクロックからのクロック信号を用いて、液柱の先端が集光地点Pを通過してから所定時間経過したか否かを判定する。この所定時間とは、吐出過程における液柱が、その先端が集光地点Pを通過した時点から、図4に示すように、さらに距離「d」だけ吐出するのに要する時間を示す。ここで、距離「d」は、液柱において、先端から距離「d」の区間に含まれる溶液量が略2p1となる距離を示す。なお、液柱が距離「d」だけ吐出するのにかかる時間は、ノズル径や、圧電素子130の駆動条件などに応じて規定される変数（時間）であり、あらかじめ実験的に求めることが可能である。

【0030】

制御部300は、所定時間経過したと判定すると、液柱の吐出を停止して、液柱の吐出量を維持したまま、レーザ200から出射するレーザビームの強度を低レベルから高レベルに切り替える。このように、レーザビームのレベルが高レベルに切り替えられると、液柱においてはレーザビームの集光部分が加熱される。これにより、液柱においては、図5(a)に示すように、集光部分近傍で、気泡の発生・粘度の低下・レーザビームの放射圧による溶液の飛散のうちいずれかが生じる。または、溶液の種類やレーザビームの強度に応じて、それらの組み合わせが液柱に生じる。この結果、液柱においては、図5(b)に示すように、レーザビームの集光部分近傍でくびれが生じる。

【0031】

制御部300は、レーザビームの強度を高レベルにした後、液柱にくびれが生じる程度の時間が経過すると、レーザビームの強度を高レベルから低レベルに切り替える。その後、制御部300は、圧力室120内の溶液を減圧させ、図5(c)に示すように、液柱のうちノズル140側の部分を圧力室120側に吸入する。これにより、液柱は、慣性力の

作用によりくびれ部分で分断され、2 p lの液滴が吐出ヘッド100から吐出する。

なお、液柱にくびれを生じさせるのに要する時間は、溶液の粘度や、溶液の温度、レーザビームの強度などに応じて変動する変数（時間）であり、あらかじめ実験的に求めることが可能である。

【0032】

このように本実施形態にかかる液滴吐出装置10によれば、圧力室120の外部において、圧力室120から吐出された液柱にレーザビームを照射することにより液柱の液滴化を補助する。すなわち、レーザビームのエネルギーによる液柱の加熱、あるいは、その放射圧により液柱を噴き飛ばすことにより、液柱にくびれを生じさせて、プッシューブル動作による液柱の液滴化を補助する。これにより、粘度が高い溶液であっても、確実に微小液滴として吐出させることが可能となる。

【0033】

また、液滴吐出装置10によれば、液柱の液滴化を補助しつつ液滴を吐出するため、従来における液柱のプッシューブル動作のみにより液滴を吐出する技術と比較して、プッシューブルの動作速度を低減させることができる。この結果、液滴の吐出速度を低減することが可能となり、液滴の基板への着弾時に生じる液滴の飛散を抑えることができる。

なお、本実施例では、高レベルのレーザビームの液柱への照射と、圧電素子130による液柱のプッシューブルの動作とを別個に行つたが、液柱の吐出と並行してレーザビームの照射の開始しても良いし、レーザビームの照射中に液柱を吸入しても良い。

【0034】

ところで、銀粒子を含む溶液であっても、溶液中の銀粒子の含有率を下げることにより、溶液の粘度を低下させることができ。このような溶液であれば、従来の液滴吐出装置を用いて微小液滴として吐出することができる。しかし、溶液の粘度を低下させた場合、液滴の微小化は可能であるものの、液滴の分子間力が弱いがため、着弾時に液滴が飛散するという欠点ある。

これに対し、本実施形態にかかる液滴吐出装置10によれば、粘度に拘わらず微小液滴を吐出することが可能であるため、溶液の粘度を意図的に上げて、液滴の着弾時における飛散を低減させるという利点がある。

【0035】

くわえて、本実施形態にかかる液滴吐出装置10によれば、レーザビームの出射タイミングを制御することにより、液柱を任意の位置で分断して液滴化することが可能である。すなわち、液柱の吐き出し開始時点から、高レベルのレーザビームの出射開始時点までの時間間隔を長くするほど、液滴を大きなものとすることができます。このため、液滴の大きさの制御を容易に行うことができる。

【0036】

なお、本発明は上述した実施形態に限られず、上述の実施形態に種々の応用・改良変形等を加えることが可能である。

例えば、上述した実施形態においては、複数の液柱にかかる液滴化の補助を、一組のレーザ200と円筒レンズ210とにより一括して行う構成としたがこれに限られない。図6に示すように、各ノズル140に対して、レーザ400とレンズ410との組を別個独立に設ける構成としても良い。この図において、レーザ400は、レーザビームを出射する円形の出射面402を有している。一方、レンズ410は、各レーザ400から出射されるレーザビームを、液柱のうちくびれを生じさせる部分に集光させる。このように、レーザ400とレンズ410との組をノズル140毎に設けることにより、液柱を分断する位置やタイミングを、液柱毎に制御することが可能となる。

【0037】

また、上述の実施形態においては、レーザ200および円筒レンズ210は、吐出ヘッド100と別個独立に設けられている例を示したが、図7に示すように、円筒レンズ510を含むレーザ500を、吐出ヘッド100の下面に設ける構成としても良い。このような構成にすれば、レーザ500および円筒レンズ510を保持するための機構を特別に設

ける必要がなくなる。

なお、吐出ヘッド100の下面にレーザ500を設置するスペースが充分に確保できない場合においては、図8に示すように、吐出ヘッド100の側面に集光型のレーザ500を配置し、その下方に、レーザ500から出射されたレーザビームを反射して、レーザビームを液柱に集光させる反射部材530を設置する構成としても良い。

【0038】

くわえて、上述した実施形態においては、液柱に向けて一方向からレーザビームを照射して、液柱の液滴化を補助する例を示した。しかし、一方向からのレーザビームにより液滴化を補助すると、レーザビームの放射圧により、液滴がレーザビームの進行方向に付勢されるおそれがある。これに対処すべく、図9に示すように、ひとつ液柱に対して、互いに逆向きの二方向からレーザビームを照射して液滴化を補助しても良い。

【0039】

もっとも、レーザビームは、互いに逆方向に進行するレーザビームに限らず、異なる方向に進行する複数のレーザビームであれば、一方向に進行するレーザビームを用いて液滴化を補助する構成と比較して、レーザビームの付勢力による液滴の移動を抑えることができる。図15は、三方向に進行するレーザビームにより液滴化を補助する例を示す図である。この図には、3つのレーザ700のそれぞれから水平方向に出射されるレーザビームを、液柱1cの軸線方向（液柱の吐出方向）から観察した様子が示されている。3つのレーザ700は、自身から出射するレーザビームの光軸と、それと隣接する他のレーザ700から出射されるレーザビームの光軸とのなす角が120°になるようにそれぞれ配置されている。また、3つのレンズは、レーザから出射されるレーザビームを、その光軸を保ったまま液柱1cの一点に集光させる。

【0040】

このように三方向に進行するレーザビームであっても、一方向に進行するレーザビームにより液滴化を補助する構成と比較して、レーザビームの付勢力による液滴の移動を抑えることができる。さらに好ましくは、レーザビームにより液柱に作用する力が釣り合う（すなわち、液柱に作用する力が互いに打ち消し合う）ように、レーザビームの強度や、レーザの出射面から集光点までの距離などを調整することにより、レーザビームの付勢力による影響をほとんどなくすことができる。

【0041】

また、上述した実施形態においては、高レベルのレーザビームを液柱に照射するタイミングを、受光素子230からの受光信号RSに応じて決定したがこれに限られない。例えば、図10に示すような圧電素子130に供給される駆動信号のタイミングから液柱の吐出量を推定し、その推定結果に応じて、高レベルのレーザビームを液柱に照射させても良い。なお、駆動信号と、液柱の吐出量との関係は、実験的に求めることが可能である。また、このような方法を採用する場合、液柱の吐き出し開始時点について検出する必要がないため、レーザ200からは高レベルのレーザビームのみが射出されることとなる。

【0042】

さらに、以上説明した液滴吐出装置10においては、レーザビームにより液滴化を補助したが、液滴化を補助する手段はレーザビームに限られるものではなく、集光性とエネルギー密度が十分であれば非コヒーレント光などを用いることも可能である。

【0043】

また、図11に示すように、液滴化の補助手段として加熱器600を用いることも可能である。この図において、加熱器600は、ノズル140から吐出される液柱のうち分断する部分を、液柱の側部から局所的に加熱する。このように、液柱を局所的に加熱することにより、上述したレーザビームによる加熱の作用と同様に、その部分に気泡を生じさせる他、粘度を低下させることができるとなる。従って、粘度が高い溶液であっても、液柱の液滴化を補助して、液滴の吐出を確実に行わせることができるとなる。このように、液滴吐出装置10において液滴化を補助するためのエネルギーは、光エネルギーに限られず、熱エネルギーなど任意のエネルギーを用いることが可能である。

なお、この構成の液滴吐出装置10においては、液柱の吐き出し開始時点を検出するためのレーザ200および受光素子230を有していない。このため、加熱器600による液柱の加熱タイミングは、次のようにして決定すればよい。すなわち、圧電素子130に供給する駆動信号（図10参照）のタイミングから、液柱の吐出量を推定し、その推定結果に応じて、液柱の加熱タイミングを決定すれば良い。

【0044】

また、上述した実施形態においては、吐出ヘッド100の圧力室120に貯蔵される溶液を増圧し、ノズル140から液柱を吐出させる手段として圧電素子130を用いたがこれに限らない。例えば、圧力室120に貯蔵される溶液の一部をその沸点まで加熱して、加熱により生じた気泡により圧力室120内の溶液を増圧させても良い。要は、圧力室120内の溶液を増圧して、ノズル140から液柱を吐出させることが可能な手段であれば、圧力室120内の溶液を増圧する手段は如何なるものであって良い。

【0045】

<液滴吐出装置の適用例>

最後に、以上説明した液滴吐出装置10の適用例について説明する。

上述したように液滴吐出装置10によれば、機能性材料を含む液体を微小な液滴として確実に吐出することができるため、液滴吐出装置10は、電子機器や電気光学装置に含まれる素子の製造に好適である。すなわち、液滴吐出装置10は、RFID (Radio Frequency Identification) タグや、電子放出素子、マイクロレンズ、カラーフィルタ、有機EL素子、プラズマ型表示装置などの製造に好適である。以下、本実施形態にかかる液滴吐出装置10を用いたこれらの製品の製造方法について説明する。

【0046】

<RFIDタグの製造方法>

図14は、液滴吐出装置10によりパターニングされた配線を有するRFIDタグを示す図である。ここに示すRFIDタグD1は、電波方式認識システムで用いられる電子回路であり、いわゆるIC (integrated circuit) カードなどに搭載される。さらに詳述すると、RFIDタグD1は、PET (polyethylene terephthalate) 基板D11上に設けられた集積回路 (IC) D12と、集積回路D12に接続された渦巻状に形成されたアンテナD13と、アンテナD13上的一部分に設けられたソルダーレジストD14と、ソルダーレジストD14上に形成されアンテナD13の両端を接続してループ状にする接続線D15とを含む。このうち、アンテナD13は、上記液滴吐出装置10によりパターニングされたものである。従って、アンテナD13は、微小液滴により高精度にパターニングされており、短絡などが生じている可能性が低い。

【0047】

<電子放出素子の製造方法>

次に、電子放出素子を有する電子源基板の製造方法について説明する。

図16は、製造過程における電子源基板の構成を示す図である。さらに詳述すると、図16 (a) は、液滴吐出装置により導電性薄膜が形成される直前の電子源基板D2の側面図であり、図16 (b) は、同電子源基板D2の上面図である。

【0048】

この図に示すように、電子源基板D2は、ソーダガラスなどから形成された基板D21を含む。基板D21には、二酸化ケイ素 (SiO₂) を主成分とするナトリウム拡散防止層D22が積層されている。このナトリウム拡散防止層D22は、例えば、スパッタ法により1μm程度の膜厚となるように形成される。

【0049】

素子電極D23およびD24は、例えば厚さ5nm程度のナトリウム拡散防止層D22上に形成されたチタニウム層である。これらの素子電極D23およびD24は、例えば、スパッタ法や真空蒸着法によるチタニウム層の成膜工程と、フォトリソグラフィ技術およびエッチング技術を用いた成形工程とを経て形成される。このようにして形成された素子電極D23およびD24は、ナトリウム拡散防止層D22上にそれぞれマトリックス状に

配置される。

【0050】

金属配線D25は、図中Y方向に延在する帯状の電極であり、Y方向に並ぶ素子電極D23を部分的に覆うように複数形成されている。これらの金属配線D25は、例えば、スクリーン印刷技術による銀(Ag)ペーストの塗布過程と、塗布された銀ペーストの焼成過程とを経て形成される。絶縁膜D27は、例えばガラスなどの絶縁体であり、金属配線D25の幅方向(図中X方向)を覆うようにマトリックス状に形成されている。この絶縁膜D27は、上記金属配線D25と同様に、例えばスクリーン印刷技術によるガラスペーストの塗布過程と、塗布されたガラスペーストの焼成過程を経て形成される。

【0051】

金属配線D26は、金属電極D25と交差するようにX方向に延在する帯状の電極であり、X方向に並ぶ素子電極D24を部分的に覆うと共に、絶縁層D27をX方向にて跨いでいる。この金属配線D26は、例えば銀であり、上記金属配線D25と同様にスクリーン印刷技術などを用いて形成される。

【0052】

以上の電子源基板D2のうち、互いに近接する1対の素子電極D23と素子電極D24とを含む領域は、それぞれ画素領域に対応する。いま、ある画素領域に着目すれば、素子電極D23は、対応する金属配線D25と電気的に接続されている一方、素子電極D24は、対応する金属配線D26と電気的に接続されている。なお、金属配線D26と金属配線D27との間には絶縁層D27が介在しているため、金属配線D25と金属配線D26とは絶縁されている。

【0053】

各画素領域において、素子電極D23の一部と、素子電極D24の一部と、素子電極D23および素子電極D24の間で露出したナトリウム拡散防止層D22とを含む領域D28には、上記液滴吐出装置10により導電性薄膜が形成される。これらの領域D28(以下、「塗布領域D28」と称する)は、電子源基板D2上においてマトリックス状に配置され、X方向に隣接する2つの塗布領域D28のピッチLXは略190μmである。このピッチLXは、画面サイズが40インチ程度のハイビジョンテレビにおける画素領域のピッチに略対応する。

【0054】

引き続き、塗布領域D28に、液滴吐出装置10により導電性薄膜を形成する工程について説明する。まず、液滴吐出装置10により溶液を塗布する前処理として、電子源基板D2を親水化することが好ましい。このように電子源基板D2を親水化することにより、塗布領域D28に液滴が定着しやすくなる。電子源基板D2の親水化の方法としては、例えば大気圧下の酸素プラズマ処理がある。

【0055】

次に、図17(a)に示すように、液滴吐出装置10により、例えば有機パラジウム溶液などの導電性材料を含む液滴を、電子源基板D2の各塗布領域D28に吐出する。ここで、液滴吐出装置10においては、上記実施形態で説明したようにレーザビームにより液滴化を補助しつつ液滴を吐出する。このため、液滴吐出装置10を用いた製造方法によれば、各塗布領域D28に高精度に導電性材料を塗布することができる。

【0056】

このようにして塗布された導電性材料が乾燥すると、図17(b)に示すように、塗布領域D28に酸化パラジウムを主成分とする導電性薄膜D29が形成される。導電性薄膜D29は、それぞれの画素領域において、素子電極D23の一部と、素子電極D24の一部と、素子電極D23および素子電極D24の間に露出したナトリウム拡散防止層D22とを覆うように形成される。

【0057】

次に、素子電極D23および素子電極D24の間に、パルス状の電圧を印加すると、導電性薄膜D29の一部分D291が、電子を放出する電子放出部となる。なお、素子電極

D 2 3 および素子電極D 2 4 の電圧の印加は、有機物雰囲気下および真空条件下においてそれを行われることが好ましい。これにより、電子放出部からの電子放出効率を向上させることができる。

以上の工程により得られた、各画素領域における素子電極D 2 3 と、素子電極D 2 4 と、電子放出部を有する導電性薄膜D 2 9 とは電子放出素子として機能する。

【0058】

次に、図17(c)に示すように、電子放出素子が形成された電子源基板D 2 と、前面基板D 2 9 2 とを貼り合わせることで、電子放出素子を備えた電気光学装置D 2 0 が得られる。前面基板D 2 9 2 は、ガラス基板D 2 9 3 と、ガラス基板D 2 9 3 上に画素領域に対応して配置された複数の蛍光部D 2 9 4 と、各蛍光部D 2 9 4 を覆うメタルプレートD 2 9 5 とを有する。このうち、メタルプレートD 2 9 5 は、導電性薄膜D 2 9 の電子放出部からの電子ビームを加速させるための電極として機能する。なお、前面基板2 9 2 は、ガラス基板D 2 9 3 が外側となり、かつ、各蛍光部2 9 4 が、各導電性薄膜D 2 9 の電子放出素子のいずれかと対向すべく位置合わせされている。また、電子源基板7 0 B と、前面基板7 0 Cとの間は真空状態に保たれている。

【0059】

<マイクロレンズの製造方法>

図18および図19は、上記実施形態にかかる液滴吐出装置10を用いたマイクロレンズの製造方法の流れを示す図である。まず、図18(a)に示すように、吐出ヘッド100から、光透過性樹脂を含む液滴を、その液滴化をレーザビームで補助しつつ基板D 3 1 に向けて吐出する。この光透過性樹脂としては、アクリル系樹脂、アリル系樹脂、メタクリル樹脂などの熱可塑性または熱硬化性の樹脂の単体あるいは混合体を用いることができる。また、これらの光透過性樹脂のいずれかに、ビニミダゾール系化合物などの光重合開始剤が配合された放射線照射硬化型の光透過性樹脂も用いることができる。ここで、放射線照射硬化型の光透過性樹脂とは、紫外線などの放射線が照射されることにより硬化する性質を有する樹脂である。本適用例では、液滴吐出装置10から吐出する液滴として、紫外線により硬化する放射線照射硬化型の樹脂を想定する。なお、この適用例のように、吐出ヘッド100から吐出される液滴が、特定の光により硬化する光硬化性を有するならば、レーザ200から出射されるレーザビームには、当該特定の光（本例では「紫外線」に相当）が含まれないことが好ましい。

【0060】

一方、基板D 3 1 としては、例えばスクリーン用の光学膜として使用されるマイクロレンズを製造する場合には、セルロース系樹脂や、ポリ塩化ビニルなどの光透過性材料からなる光透過性シートを用いることが可能である。

【0061】

さて、吐出ヘッド100から吐出された液滴が基板D 3 1 に付着すると、液滴D 3 2 は、その表面張力の作用により、図18(a)に示すようなドーム型の形状となる。ここで、液滴D 3 2 は、レーザビームにより補助されつつ液滴化されたものであるため微小なものとなる。

【0062】

次に、図18(b)に示すように、基板D 3 1 に付着した液滴D 3 2 [図18(a)参照]に向けて、紫外線照射部D 3 0 2 から紫外線を照射する。これにより、ドーム型の液滴D 3 2 が硬化して硬化樹脂D 3 3 となる。

【0063】

続いて、図19(a)に示すように、吐出ヘッド100から、レーザビームで液滴化を補助しつつ、光拡散性微粒子D 3 4 を含む液滴を硬化樹脂D 3 3 に向けて吐出する。この光拡散性微粒子D 3 4 としては、シリカ、アルミナ、チタニア、炭酸カルシウム、水酸化アルミニウム、アクリル樹脂、有機シリコン樹脂、ポリスチレン、尿素樹脂、ホルムアルデヒド縮合物などが用いられる。なお、光拡散性微粒子D 3 4 は、溶剤（例えば上記光透過性樹脂に用いられている溶剤）に分散させられることにより、吐出ヘッド100から吐

出可能な液状に調整されている。

【0064】

吐出ヘッド100から吐出された液滴は、図19(a)に示すように硬化樹脂D33の表面に付着し、硬化樹脂D33が光拡散性微粒子D34を含む溶液D35により覆われる。その後、溶液D35により覆われた硬化樹脂D33に対して、加熱処理、減圧処理、または加熱減圧処理を行う。これにより、溶液D35に含まれる溶剤が蒸発する。硬化樹脂D33の表面付近においては、溶液D35の溶剤により一旦軟化するが、その後、溶剤が蒸発して再硬化する。これにより、図19(b)に示すように、表面付近に光拡散性微粒子D34が分散されたマイクロレンズD3が得られる。

【0065】

引き続き、このような製造方法によって得られたマイクロレンズD3を有するプロジェクター用のスクリーンについて説明する。

図20は、マイクロレンズD36を有するスクリーンの断面図である。このスクリーンD37は、フィルム基材D371に、粘着層D372と、レンチキュラーシートD373と、フレネルレンズD374と、散乱膜D375とがこの順で積層されたものである。

【0066】

このうち、レンチキュラーシートD373と散乱膜D375とが、上述した製造方法により得られたマイクロレンズD3を含んでなる。さらに詳述すると、レンチキュラーシートD373および散乱膜D375は、いずれも複数のマイクロレンズD3が基板D31に配置されているが、互いのマイクロレンズD3の密度が異なる、すなわち、レンチキュラーシートD373に含まれるマイクロレンズD3の密度が、散乱膜D375に含まれるマイクロレンズD3の密度より密になるように、レンチキュラーシートD373および散乱膜D375に含まれるマイクロレンズD3の形状および個数が選定されている。

【0067】

<カラーフィルタの製造方法>

図21および図22は、上記実施形態にかかる液滴吐出装置10を用いたカラーフィルタの製造方法を示す図である。

まず、図21(a)に示すように、基板D41上にブラックマトリクスD42を形成する。ブラックマトリクスD42は、金属クロムや、樹脂性ブラックマトリックス材料などがパターニングされたものであり、遮光性を有する薄膜である。例えば、金属クロムによりブラックマトリックスD42を形成する場合には、スパッタ法や蒸着法などを用いることができる。

【0068】

次に、ブラックマトリックスD42上に、図21(c)に示すようなバンクD45を形成する。すなわち、まず、図21(b)に示すように、基板D41およびブラックマトリクスD42上にレジスト層D43を積層する。このレジスト層D43は、例えばネガ型の感光性樹脂であり光硬化性を有する。次に、レジスト層D43の上面をマスクフィルムD44で被覆した状態で露光する。そして、レジスト層D43の未露光部分にエッチング処理を施すと、図21(c)に示すバンクD45が形成される。バンクD45およびブラックマトリクスD42は、赤、緑および青の光を選択的に透過させる着色層の仕切りとして機能する。この着色層は、上述した実施形態にかかる液滴吐出装置10を用いて、以下に説明するようにして形成される。

【0069】

まず、図22(a)に示すように、バンクD45およびブラックマトリクスD42により仕切られる各領域に、液滴吐出装置10により、赤色、緑色および青色のインク滴を選択的に吐出する。さらに詳述すると、液滴吐出装置10は、赤色、緑色および青色のインクをそれぞれ貯蔵する3つの溶液タンク110と、各溶液タンク110から供給されるインクを液滴化して吐出する3つの吐出ヘッド100とを有している。また、液滴吐出装置10においては、レーザ200と円筒レンズ210と受光素子230との組が、吐出ヘッド100毎に設けられている。

【0070】

この構成の下、液滴吐出装置10は、バンクD45およびブラックマトリクスD42に仕切られる領域D46に、赤色インクD47R、緑色インクD47Gおよび青色インクD47Bを選択的に吐出ヘッド100から液滴化して吐出する。この際、液滴吐出装置10は、レーザビームにより液滴化を補助しつつインク滴を吐出する。なお、図22(a)には、青色インクD47Bが吐出される様子が示されている。

【0071】

このようにして塗布された各色に対応するインク滴が乾燥すると、図22(b)に示すように、赤色の着色層D48Rと、緑色の着色層D48Gと、青色の着色層D48Bが形成される。そして、同図に示すように、バンクD45と、各着色層D48R、D48GおよびD48Bとを覆うように保護膜D49を形成すると、カラーフィルタD4が得られる。

【0072】

次に、上述した製造方法により製造されたカラーフィルタD4を有する電気光学装置の一例として、パッシブマトリックス型液晶装置について説明する。図23は、カラーフィルタD4を有する液晶装置の断面図である。なお、図22においては、カラーフィルタD4は、前掲図21(b)とは上下が逆となるように示されている。

【0073】

図23に示すように、液晶装置D401は、カラーフィルタD4と、カラーフィルタD4と隙間を介して対向する対向基板D402と、カラーフィルタD4および対向基板D402の隙間に封入されたSTN(Super Twisted Nematic)液晶組成物などの液晶層D403とを有している。なお、特に図示しないが、対向基板D402およびカラーフィルタD4の外面(液晶層D403側とは反対側の面)には偏光板がそれぞれ配設されている。この液晶装置D403は、カラーフィルタD4側の面から観察される。

【0074】

カラーフィルタD4の保護膜D49のうち液晶層D403側の面には、ITO(Indium Tin Oxide)などの透明導電材料からなる第1電極D404が複数形成されている。これらの第1電極D404は、図中Y方向に延在する帯状の電極であり、互いに間隔を隔てるよう形成されている。第1配向膜D405は、例えばラビング処理が施されたポリイミド膜であり、第1電極D404およびカラーフィルタD4を覆うように形成されている。

【0075】

一方、対向基板D402のうち液晶層D403側の面には、前述の各第1電極D404と交差する方向(この例では図中X方向)に延在する帯状の第2電極D406が設けられている。これらの第2電極D406は、ITOなどの透明導電材料であり、互いに間隔を隔てるよう形成されている。第2配向膜D407は、例えばラビング処理が施されたポリイミド膜であり、各第2電極D406および対向基板D402を覆うように形成されている。

【0076】

第1配向膜D405と第2配向膜D407との間に介在するスペーサD408は、液晶層D403の厚さ(セルギャップ)を略一定に保持するための部材である。また、シール材D409は、液晶層D403が外部へ漏出するのを防ぐ役割を果たす。そして、観察者からみて、第1電極D404と第2電極D406とが交差する部分が画素として機能し、この画素となる部分に、カラーフィルタD4の着色層D48R、D48GおよびD48Bが位置するように構成されている。

特に図示しないが、液晶層D403の背面側に反射層を設けて、反射型の液晶装置としても良いし、これとは別に、液晶装置D401の背面側にバックライトを設けて透過型の液晶装置としても良い。

【0077】

なお、液晶装置D401は、カラーフィルタD4が液晶層D403より観察者側に位置していたが、これとは逆に、液晶層D403がカラーフィルタD4より観察者側に位置する構

成としても良い。また、液晶装置D401はパッシブマトリックス型液晶装置であるが、T F D (Thin Film Diode) 素子や、T F T (Thin Film Transistor) 素子などのアクティブ素子により液晶を駆動するアクティブマトリックス型液晶装置にも、上記カラーフィルタD4が適用され得る。

【0078】

<有機EL素子の製造方法>

次に、上記液滴吐出装置10を用いた有機EL表示装置の製造方法について説明する。図24は、製造過程における有機EL表示装置を示す図であり、上記液滴吐出装置10により正孔注入層が形成される直前の有機EL表示基体の断面図が示されている。

【0079】

図24に示すように、有機EL表示基体D51は、ガラスなどの光透過性を有する基板D511を有する。この基板D511は、シリコン酸化膜からなる下地保護膜D512により覆われている。半導体膜D513は、下地保護膜D512上に、例えば低温ポリシリコンプロセスにより形成されている。この半導体膜D513には、例えば高濃度陽イオン打ち込みにより、ソース電極およびドレイン電極がそれぞれ形成されている。

【0080】

ゲート絶縁膜D514は、下地保護膜D512および半導体膜D513を覆うように形成されている。このゲート絶縁膜D514のうち半導体膜D513を覆う部分には、例えばA1、Mo、Ta、Ti、W等から構成される図示せぬゲート電極が積層されている。また、第1層間絶縁層D515および第2層間絶縁層D516は、この順で、ゲート絶縁層D514およびゲート電極を覆うように積層されている。

【0081】

第2層間絶縁膜D516上には、ITOなどの光透過性を有する画素電極D519が、有機EL表示装置における画素領域に対応してマトリックス状に形成されている。この画素電極D519は、第1層間絶縁膜D515および第2層間絶縁膜D516を貫通するコンタクトホールD518を通じて、半導体膜D513のうちソース電極に接続されている。

【0082】

第1層間絶縁膜D515上には図示せぬ電源線が配設されている。この電源線は、第1層間絶縁膜D515を貫通するコンタクトホールD517を通じて、半導体膜D513のうちドレイン電極に接続されている。

【0083】

下層膜D520は、例えばシリコン酸化膜などの無機材料からなり、主に画素電極D519の隙間において、画素電極D519の縁端を覆うように形成される。バンクD521は、下層膜D520上に形成された仕切の一種であり、例えばアクリル樹脂、ポリイミド樹脂等の耐熱性、耐溶媒性に優れた材料がパターニングされたものである。

【0084】

また、画素電極D519の上面は、例えば処理ガスとして酸素を用いたプラズマ処理により親液化処理が施されている。一方、バンクD521の側壁面は、例えば処理ガスとして4フッ化メタンを用いたプラズマ処理により撥水処理が施されている。

【0085】

以上の構成の有機EL表示基体D51のうち、下層膜D520およびバンクD521で囲まれる領域（以下「発光領域」と称する）D522R、D522GおよびD522Bには、それぞれ正孔注入層と有機EL層とがこの順で画素電極D519上に積層される。ここで、発光領域D522Rには、赤色発光し得る有機EL層が形成され、発光領域D522Gには、緑色発光し得る有機EL層が形成され、発光領域D522Bには、青色発光し得る有機EL層が形成される。これらの有機EL層および正孔注入層は、上記液滴吐出装置10を用いて形成される。

【0086】

図25は、液滴吐出装置10により正孔注入層が形成される様子を示す図である。図2

5 (a) に示すように、液滴吐出装置10の吐出ヘッド100から、正孔注入材料を含む液滴を、レーザビームで液滴化を補助しつつ各発光領域D522R、D522GおよびD522Bに吐出する。

【0087】

これにより、各発光領域D522R、D522GおよびD522における画素電極D519上には、正孔注入材料を含む液滴D523が塗布される。ここで、画素電極D519の上面は親水化処理が施されている一方、バンクD521の側壁面は撥水化処理が施されている。このため、液滴D523は確実に画素電極D519に付着する。

この後、各画素電極D519に塗布された溶液（液滴）が乾燥すると、図25(b)に示すような正孔注入層D524が形成される。

【0088】

引き続き、正孔注入層D524上有機EL層を形成する方法について説明する。

図26は、液滴吐出装置10により有機EL層が形成される様子を示す図である。図26(a)に示すように、発光領域D522R、D522GおよびD522毎に異なる有機EL材料を含む液滴を、レーザビームで液滴化を補助しつつ吐出ヘッド100から吐出する。さらに詳述すると、発光領域D522Rには、赤色発光し得る有機EL材料を含む液滴（溶液D525R）を吐出し、発光領域D522Gには、緑色発光し得る有機EL材料を含む液滴（溶液D525G）を吐出し、発光領域D522Bには、青色発光し得る有機EL材料を含む液滴（溶液D525B）を吐出する。なお、図26(a)においては、発光領域D522Bについてのみ、液滴（溶液D525B）が吐出される様子が示されており、発光領域D522RおよびD522Gについては、既に溶液D525RおよびD525Gが塗布された状態が示されている。

【0089】

この後、各正孔注入層D525に塗布された溶液D525R、D525GおよびD525Bが乾燥すると、図26(b)に示すような有機EL層D526R、D526GおよびD526Bが正孔注入層D524上有機EL層を形成される。ここで、発光領域D522Rに形成された有機EL層D526Rは赤色発光し得る層であり、発光領域D522Gに形成された有機EL層D526Gは、緑色発光し得る層であり、発光領域D522Bに形成された有機EL層D526Bは、青色発光し得る層である。

【0090】

次いで、図27に示すように、バンク121と、各有機EL層D526R、D526GおよびD526Bとを覆うように陰極D527を形成する。陰極D527は、例えばアルミニウムなどの導体であり、蒸着法などにより薄膜形成される。そして、陰極D527上には封止材D528が配置される。以上の各工程により有機EL表示装置D5が完成する。

【0091】

有機EL表示装置D5においては、半導体膜D513により、正孔注入層D519と、有機EL層D526R、D526GおよびD526Bとを含む層に選択的に電圧が印加される。有機EL層D526R、D526GおよびD526Bは、電圧が印加されると、対応する色の光を射出する。各有機EL層D526R、D526GおよびD526Bから射出された光は、基板D511を透過したうえで、有機EL表示装置D5のうち基板D511側に位置する観察者により視認される。

【0092】

<プラズマ型表示装置の製造方法>

まず、プラズマ型表示装置の概略構成について説明する。図28は、プラズマ型表示装置の分解斜視図である。この図に示すように、プラズマ型表示装置D6は、第1基板D61と、これに対向する第2基板D62と、第1基板D61および第2基板D62の間に介在する放電表示部D63とを含む。放電表示部D63は複数の放電室D631を有する。これらの放電室D631は、赤色放電室D631Rと、緑色放電室D631Gと、青色放電室D631Bとの3つの放電室D631が組となり1つの画素を構成するように配置さ

れている。

【0093】

第1基板D61のうち第2基板D62側の面には、帯状のアドレス電極D611が縞状に形成されている。誘電体層D612は、これらのアドレス電極D611と第1基板D61とを覆うように形成されている。また、隔壁D613は、第1基板D61の板面からみて、アドレス電極D611間の隙間の略中央に沿うように誘電体層D612上に延在する。この隔壁D613は、図示するアドレス電極D611の幅方向両側に延在するものと、アドレス電極D611と直交する方向に延在する図示せぬものとを含む。そして、これらの隔壁D613によって仕切られた領域が放電室D631となる。

【0094】

放電室D631内には蛍光体D632が配置されている。蛍光体D632は、赤色放電室D631Rの第1基板D61側に配置される赤色蛍光体D632Rと、緑色放電室D631Gの第1基板D61側に配置される緑色蛍光体D632Gと、青色放電室D631Bの第1基板D61側に配置される青色蛍光体D632Bとを含む。

【0095】

一方、第2基板D62のうち第1基板D61側の面には、上記アドレス電極D611と略直交する方向に、複数の帯状電極たる表示電極D621が縞状に形成されている。そして、第2基板D2および表示電極D621を覆うように、誘電体層D621と、MgOなどを含む保護膜D623とが第2基板D62側からこの順で積層されている。

【0096】

第1基板D61および第2基板D62は、アドレス電極D611および表示電極D621が互いに略直交した状態で対向するように貼り合わされている。なお、上記アドレス電極D611と表示電極D621とは図示せぬ交流電源に接続されている。

以上の構成のもと、各アドレス電極D611と表示電極D621とが通電されることにより、放電表示部D63において蛍光体D632が励起発光し、カラー表示が可能となる。

【0097】

次に、本実施形態にかかる液滴吐出装置10を用いたプラズマ型表示装置D6の製造方法について説明する。上述した液滴吐出装置10を用いれば、プラズマ型表示装置D6に含まれるアドレス電極D611、表示電極D621、及び蛍光体D632を形成することができる。

このうち、アドレス電極D611を形成する場合、まず、上記液滴吐出装置10から、導電性物質を含有する液滴を、アドレス電極形成領域に向けて吐出して、アドレス電極形成領域に液滴を塗布する。ここで、液滴は、上記実施形態と同様に、レーザビームにより液滴化が補助されつつ吐出ヘッド100から吐出される。なお、液滴に含まれる導電性材料としては、金属微粒子や導電性ポリマーなどを用いることができる。この後、塗布された液滴が乾燥するとアドレス電極D611が形成される。

【0098】

また、表示電極D621を形成する場合、アドレス電極130の場合と同様に、上記液滴吐出装置10から、導電性材料を含有する液滴を吐出して、液滴を表示電極形成領域に塗布する。この後、塗布された液滴が乾燥すると表示電極D621が形成される。

【0099】

一方、蛍光体D632を形成する場合には、赤、緑および青の各色に対応する蛍光材料を含んだ3種類の液体材料を選択的に吐出ヘッド10から液滴化して吐出し、対応する色の放電室D631に着弾させる。この後、塗布された液滴が乾燥すると蛍光体D632が形成される。

【0100】

以上説明した各電気光学装置の他、液滴吐出装置10は、表面伝導型電子放出素子を利用したSED (Surface-Conduction Electron-Emitter Display)などの電気光学装置の製造にも適用することができる。また、電気光学装置のみならず、液滴吐出装置10はフ

オトレジストのパターニングなどにも用いることが可能であり、DNA (deoxyribonucleic acid) やたんぱく質などの生体物質を含む液滴を、所定位置に塗布する場合においても使用され得る。いずれの材料を含む液滴を塗布する場合にあっても、吐出ヘッド100から吐出される液滴は、その液滴化が補助されつつ液滴化したものであるため、溶液の粘度に拘わらず微小な液滴として吐出される。このため、パターニングの精度を向上させることが可能となる。

なお、本明細書にいう「電気光学装置」とは、複屈折性の変化、旋光性の変化、光散乱性の変化、などの光学的特性の変化（いわゆる電気光学効果）を利用する装置に限定されず、信号電圧の印加に応じて光を射出、透過、または反射する装置全般を意味する。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本発明の実施形態にかかる液滴吐出装置に含まれる吐出ヘッド周辺の構成を示す図である。

【図2】同液滴吐出装置におけるノズル周辺構成の斜視図である。

【図3】同液滴吐出装置におけるノズル周辺の構成を示す図である。

【図4】同液滴吐出装置におけるノズル周辺の構成を示す図である。

【図5】液柱の液滴化を補助する様子を示す図である。

【図6】同実施形態の変形例にかかるレーザおよびレンズの斜視図である。

【図7】同変形例にかかるノズル周辺の構成を示す図である。

【図8】同変形例にかかるノズル周辺の構成を示す図である。

【図9】同変形例にかかるノズル周辺の構成を示す図である。

【図10】同変形例における圧電素子に供給される駆動信号を示す図である。

【図11】同変形例にかかる吐出ヘッド周辺の構成を示す図である。

【図12】従来の液滴吐出装置を説明するための図である。

【図13】従来の液滴吐出装置を説明するための図である。

【図14】本実施形態にかかる液滴吐出装置を用いたRFIDタグの製造方法を説明するための図である。

【図15】同液滴吐出装置の変形例を説明するための図である。

【図16】同液滴吐出装置を用いた電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【図17】同液滴吐出装置を用いた電子放出素子の製造方法を説明するための図である。

【図18】同液滴吐出装置を用いたマイクロレンズの製造方法を説明するための図である。

【図19】同液滴吐出装置を用いたマイクロレンズの製造方法を説明するための図である。

【図20】同マイクロレンズを有するマイクロレンズスクリーンの断面図である。

【図21】同液滴吐出装置を用いたカラーフィルタの製造方法を説明するための図である。

【図22】同液滴吐出装置を用いたカラーフィルタの製造方法を説明するための図である。

【図23】同カラーフィルタを有する液晶装置の断面図である。

【図24】同液滴吐出装置を用いた有機EL表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図25】同液滴吐出装置を用いた有機EL表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図26】同液滴吐出装置を用いた有機EL表示装置の製造方法を説明するための図である。

【図27】同液滴吐出装置を用いた有機EL表示装置の製造方法を説明するための図である。

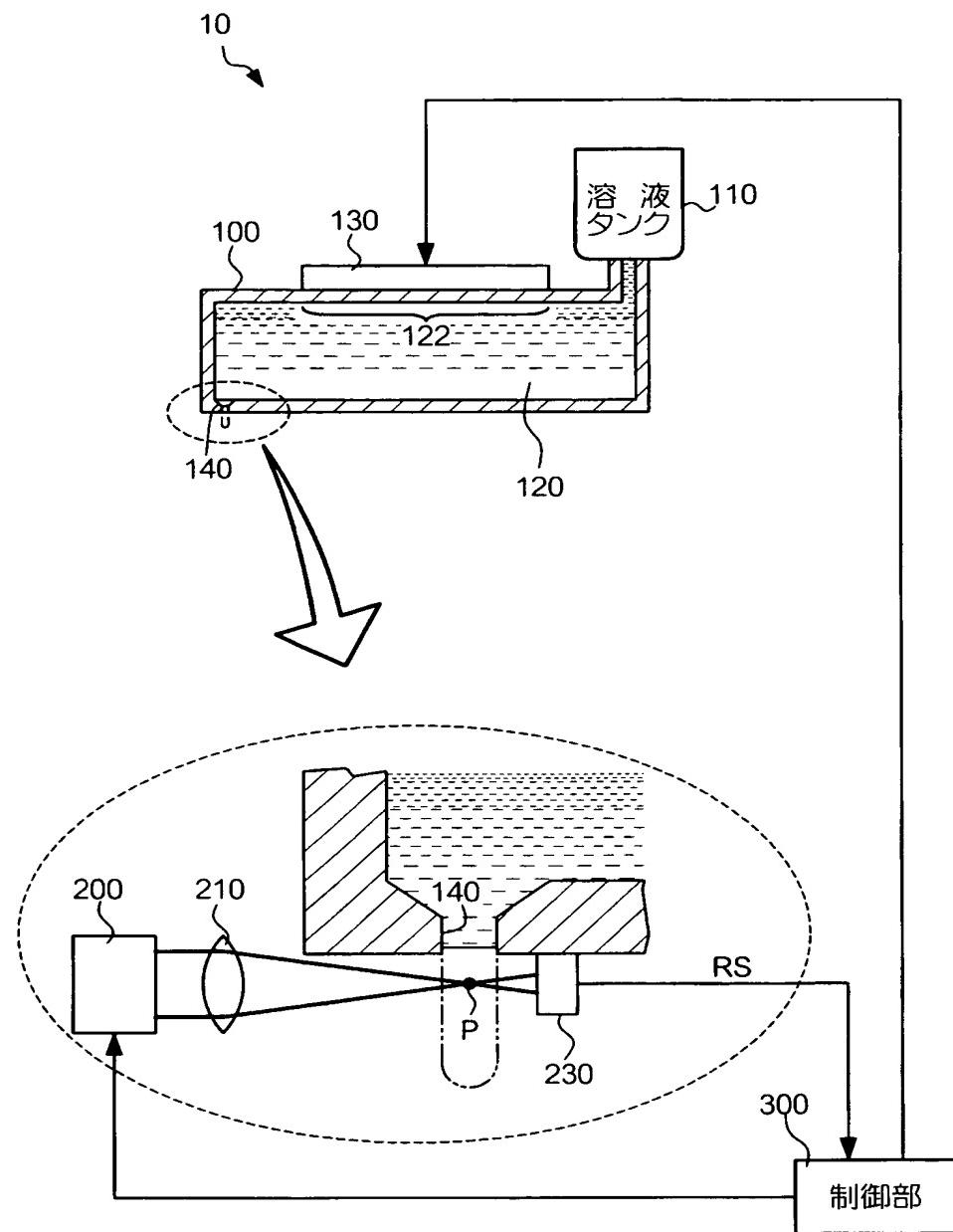
【図28】同液滴吐出装置を用いたプラズマ型表示装置の製造方法を説明するための図である。

【符号の説明】

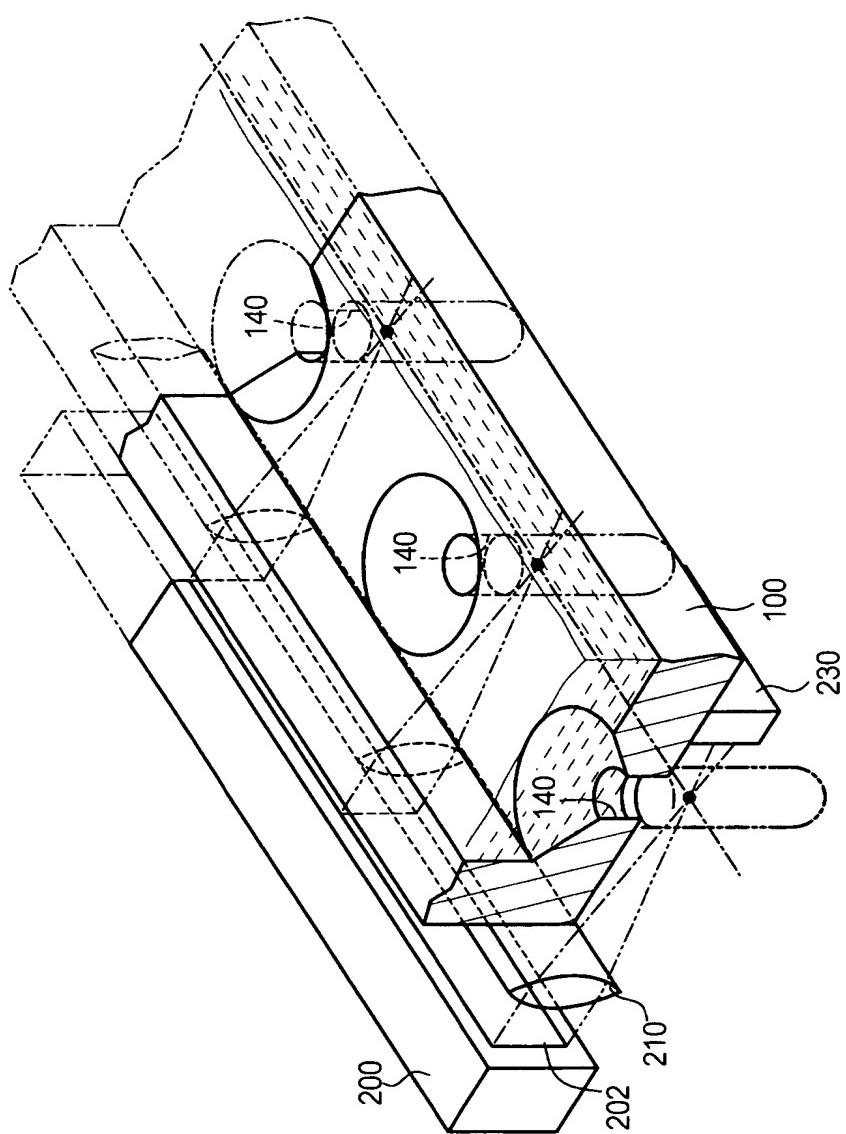
【0102】

10…液滴吐出装置、100…吐出ヘッド、110…溶液タンク、120…圧力室、130…圧電素子、140…ノズル、200…レーザ、210…円筒レンズ、230…受光素子、300…制御部。

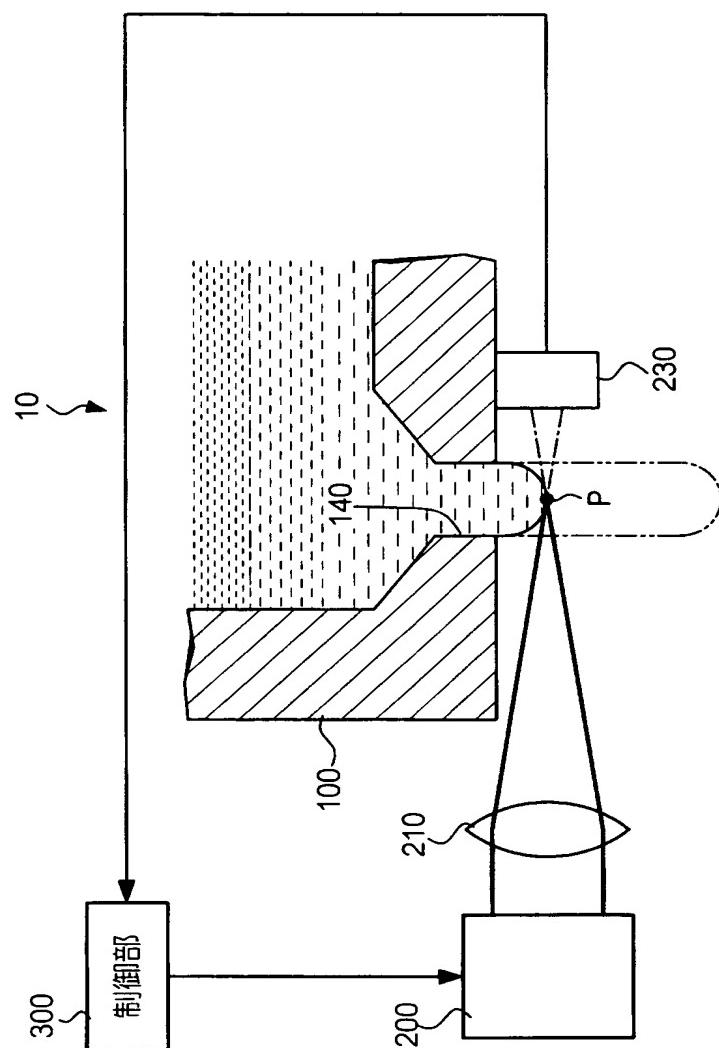
【書類名】 図面
【図 1】



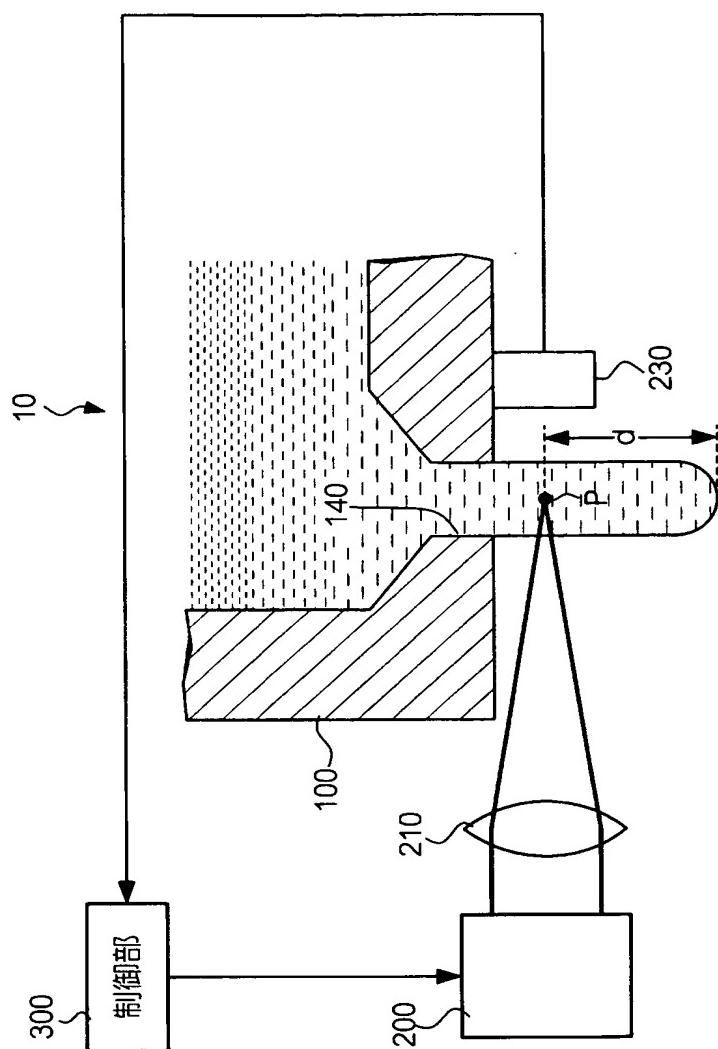
【図2】



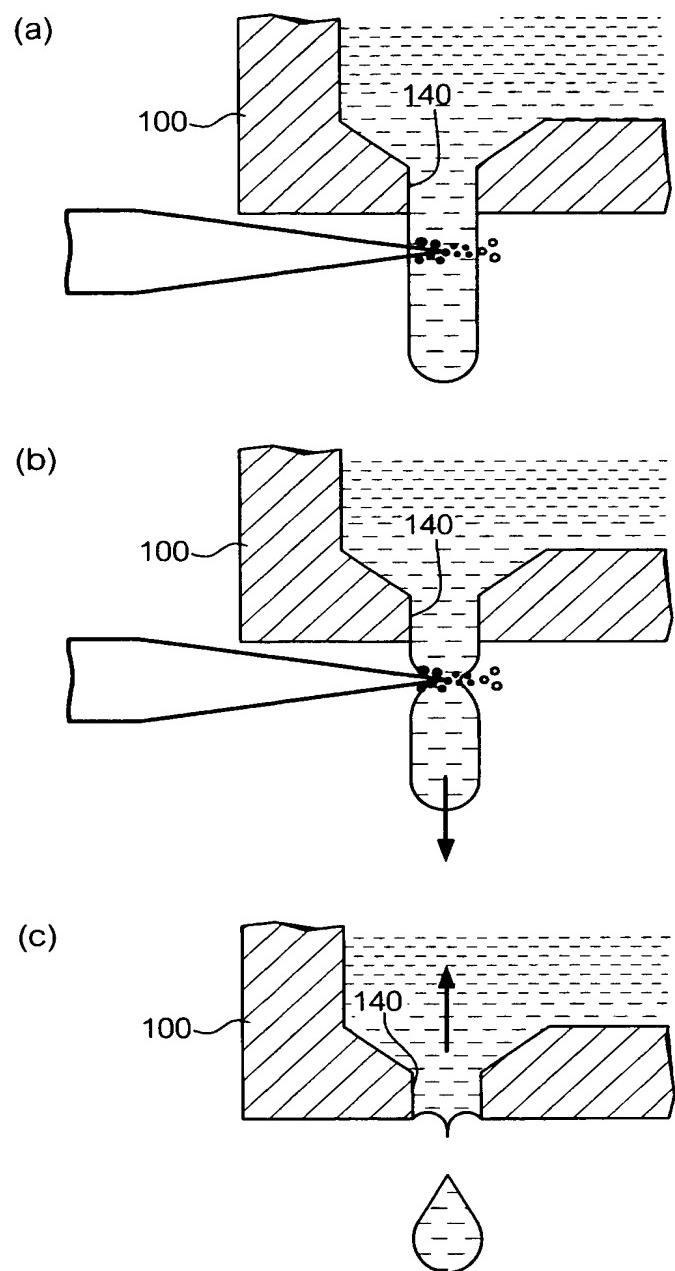
【図3】



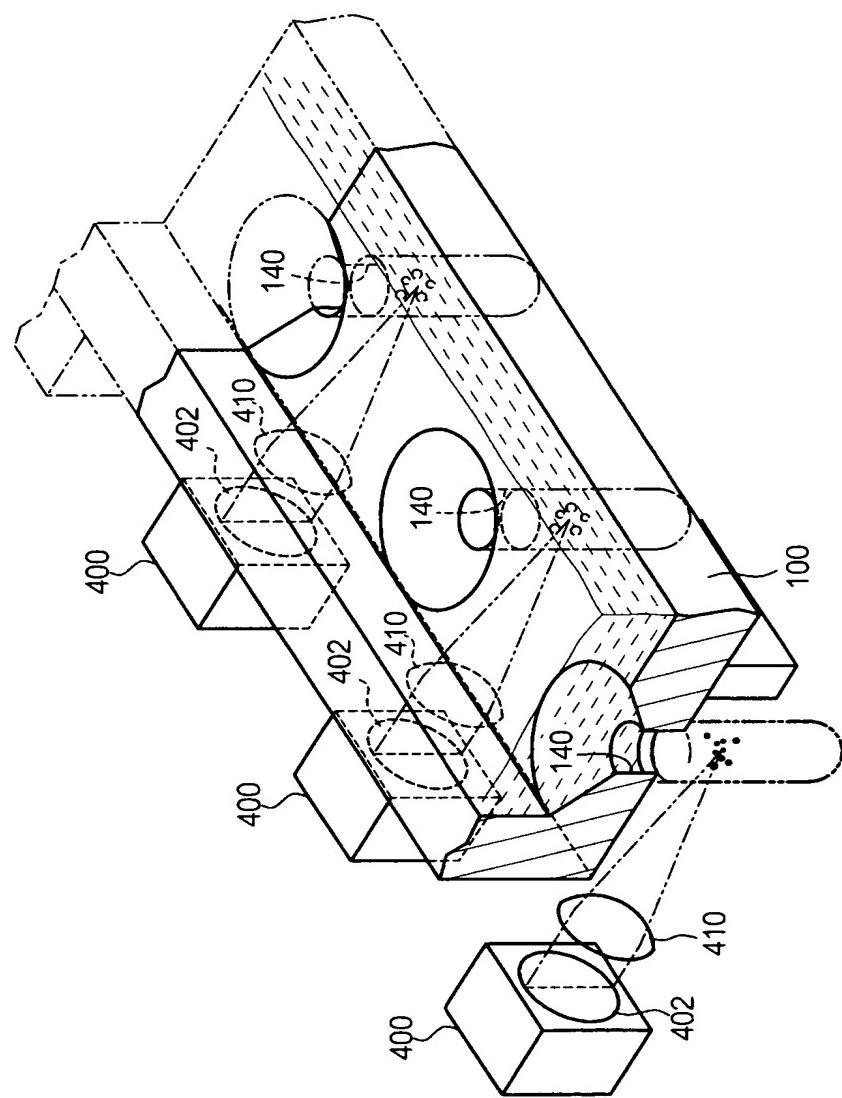
【図4】



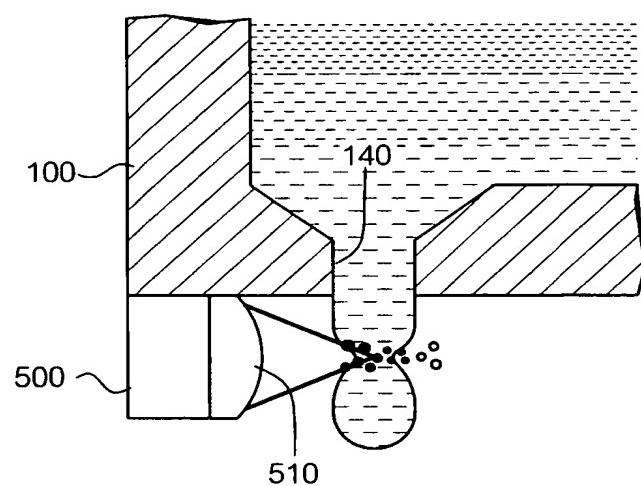
【図 5】



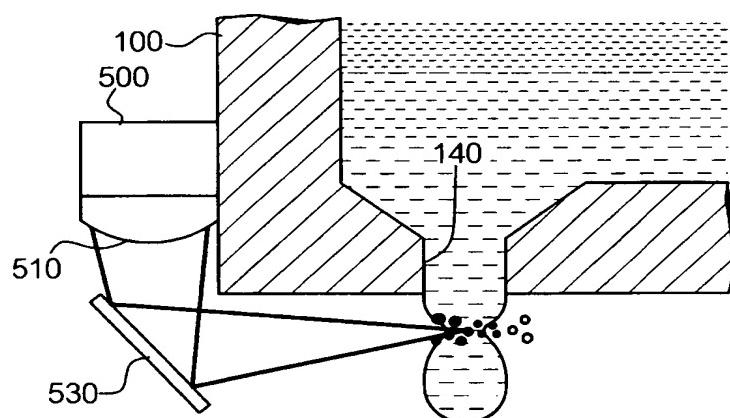
【図6】



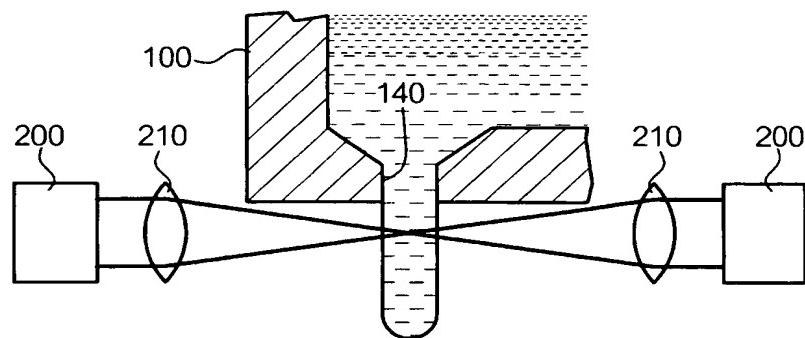
【図 7】



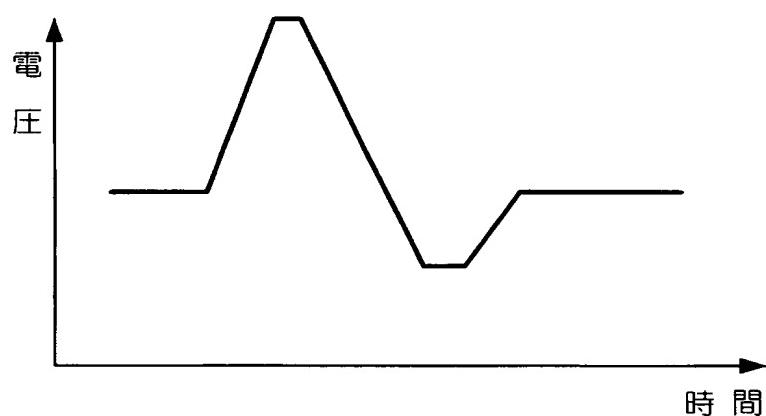
【図 8】



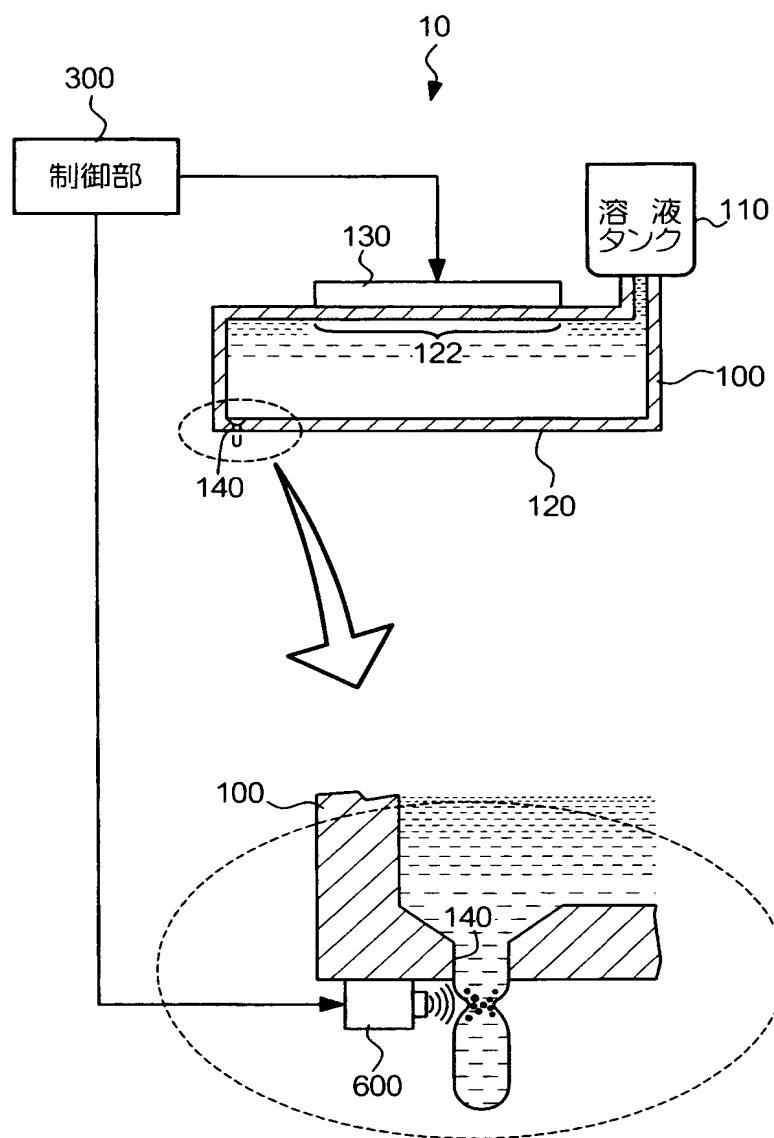
【図 9】



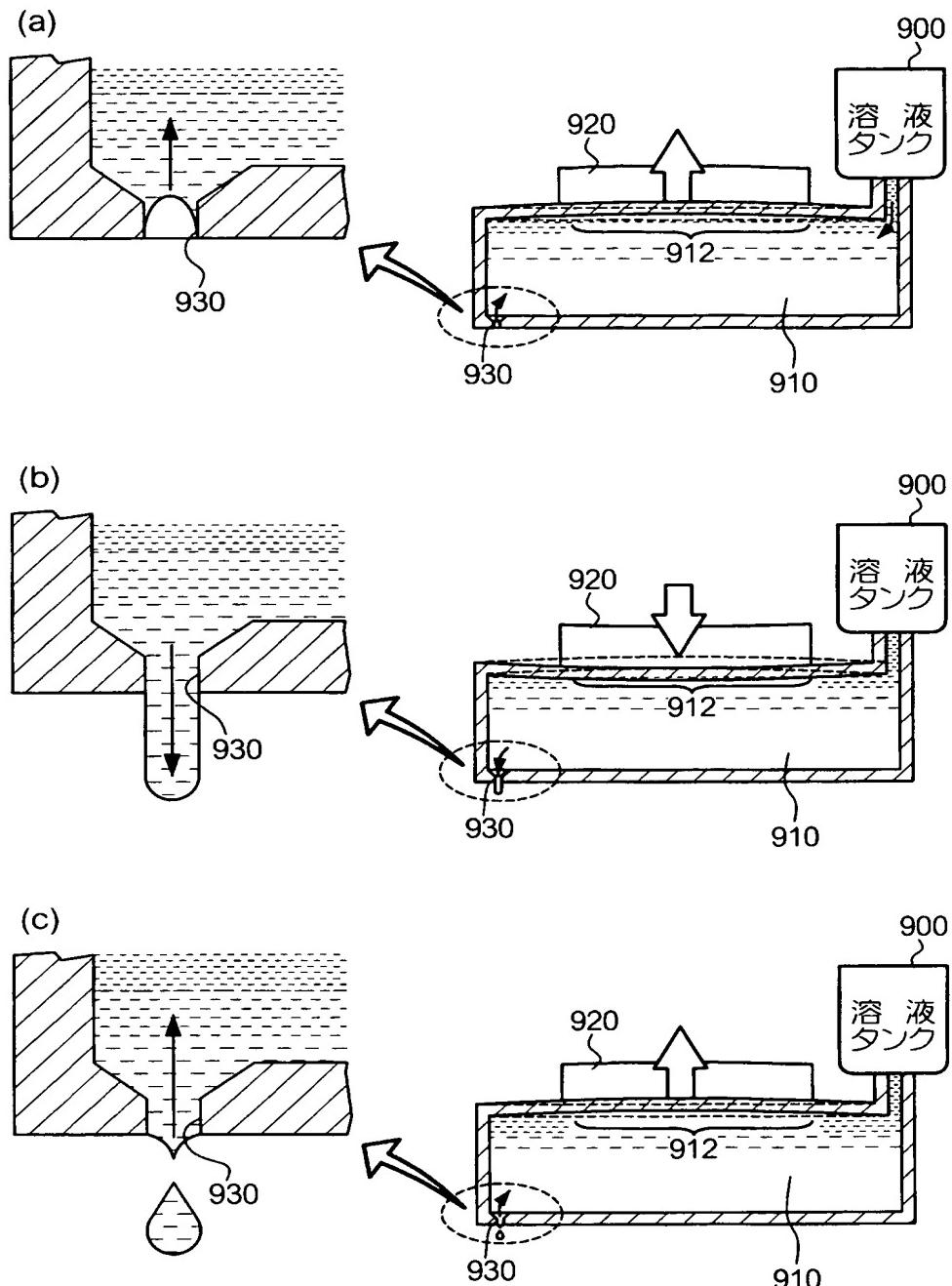
【図 10】



【図 11】

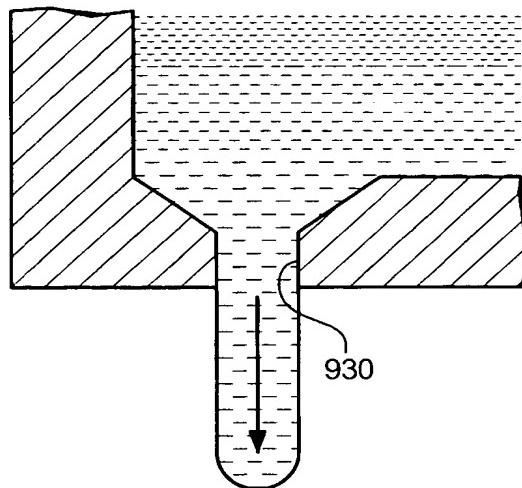


【図12】

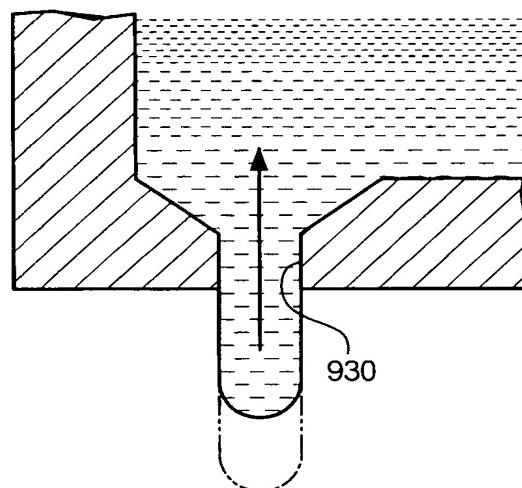


【図13】

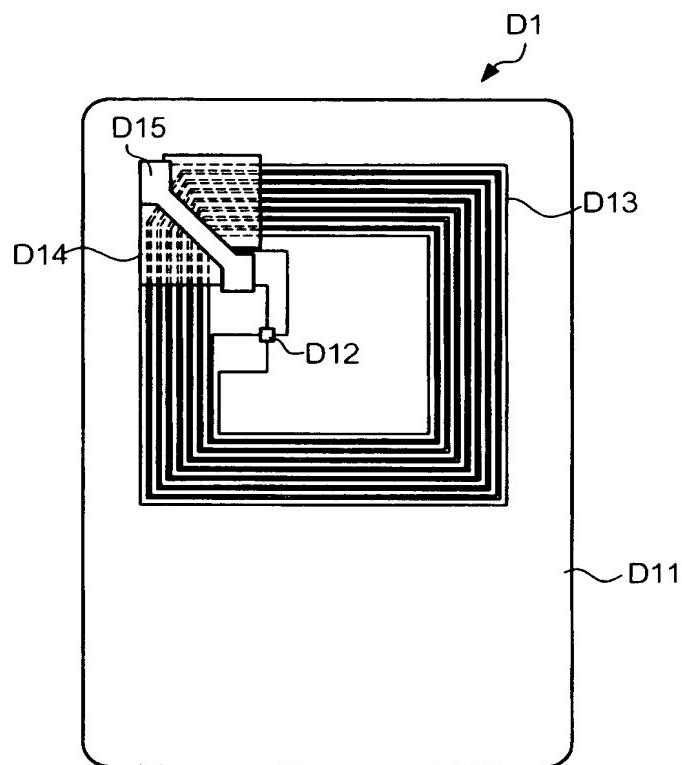
(a)



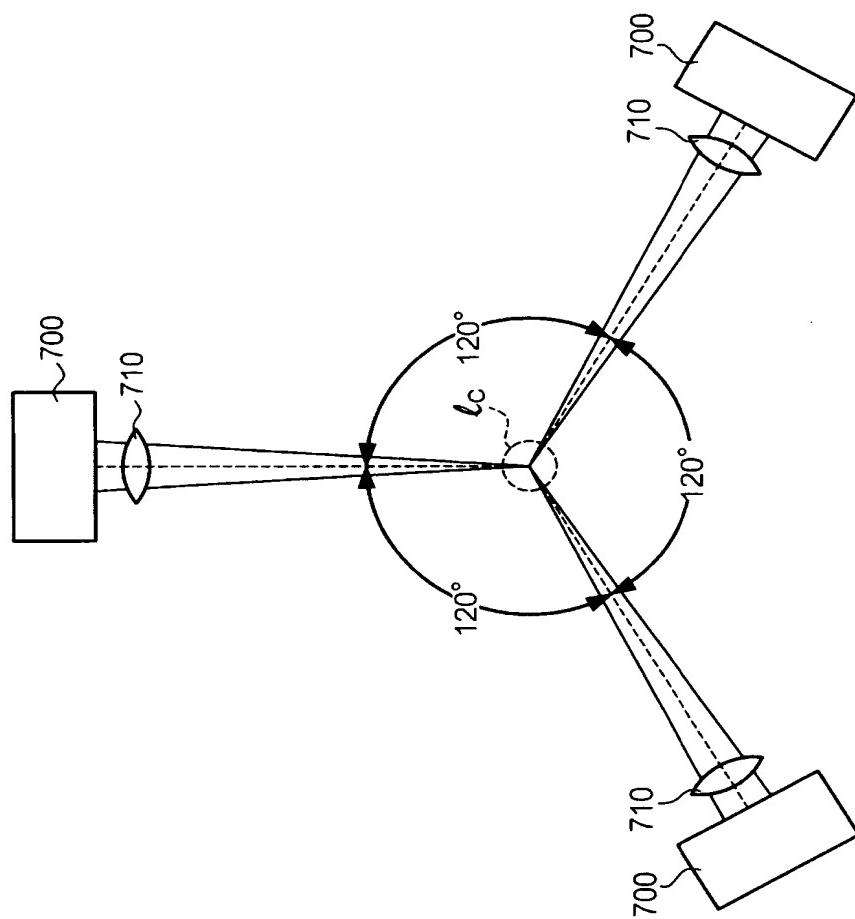
(b)



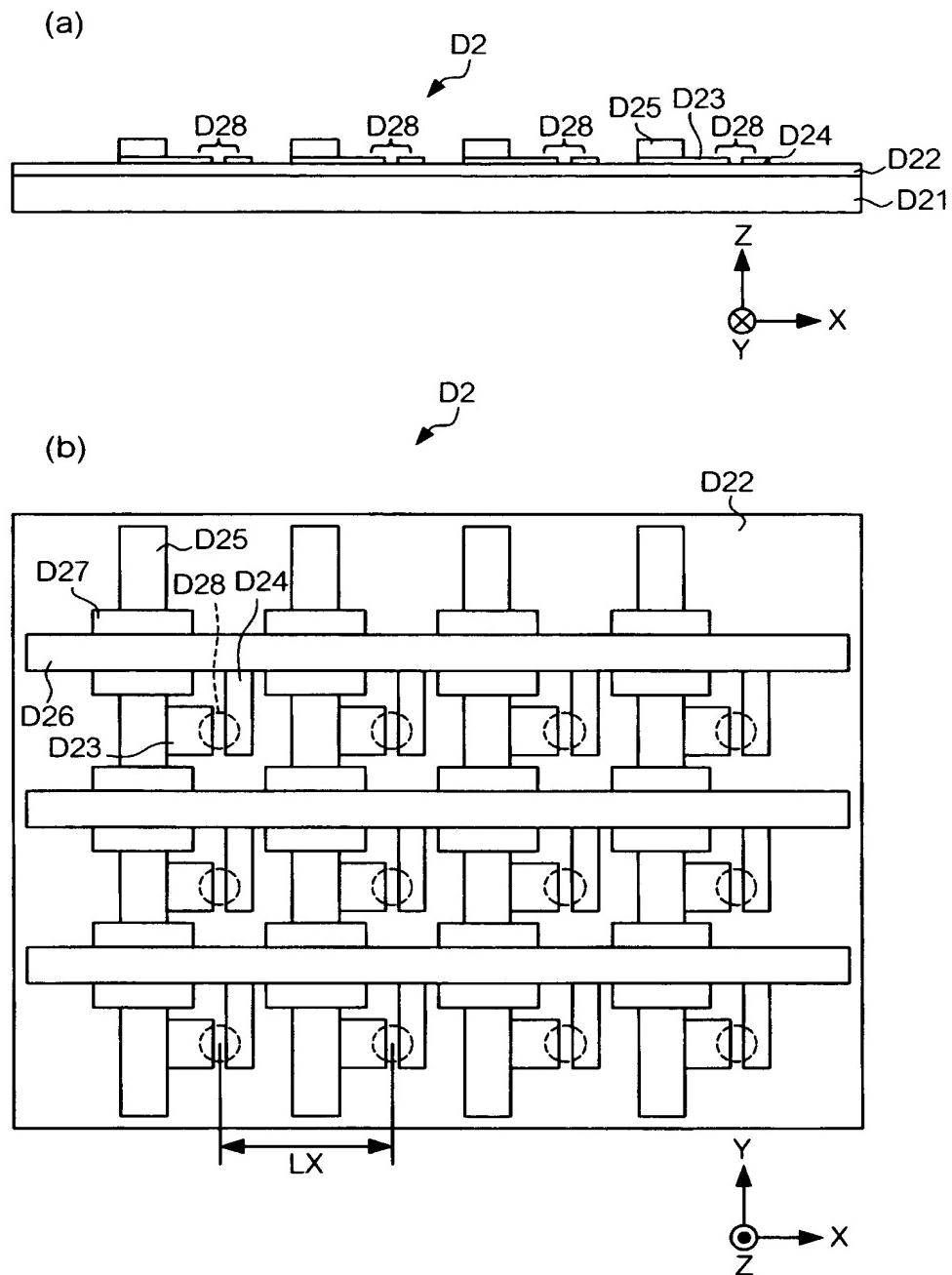
【図14】



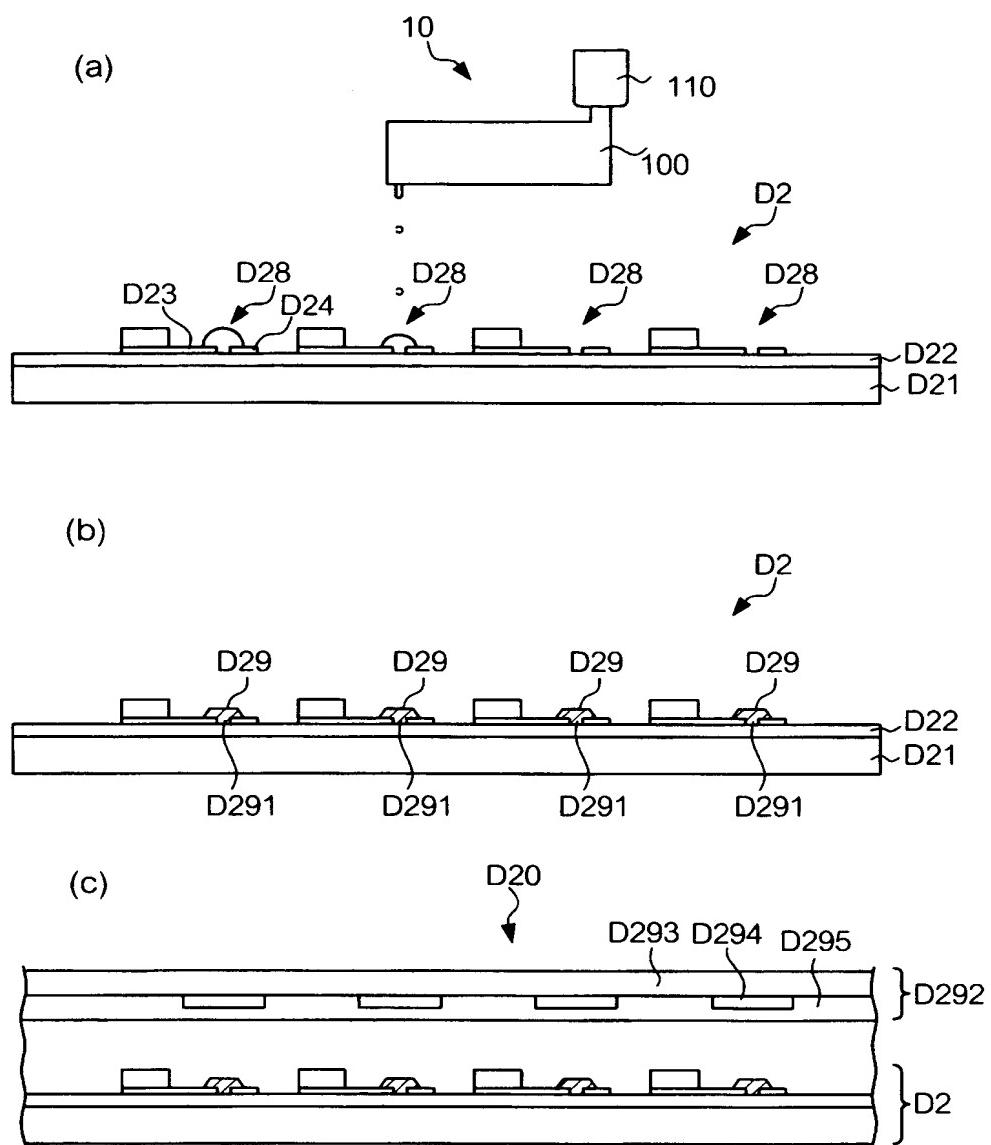
【図15】



【図 16】

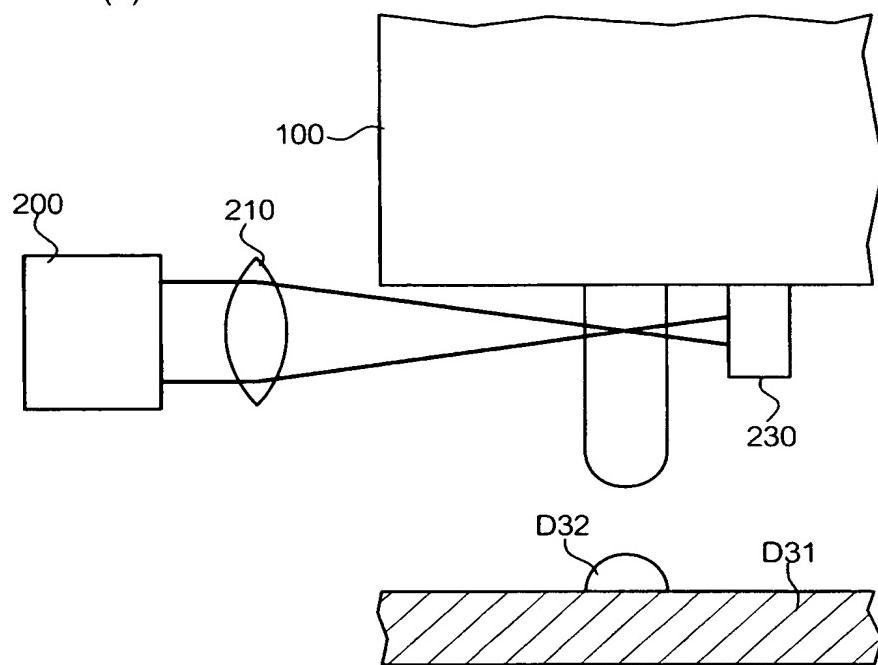


【図17】

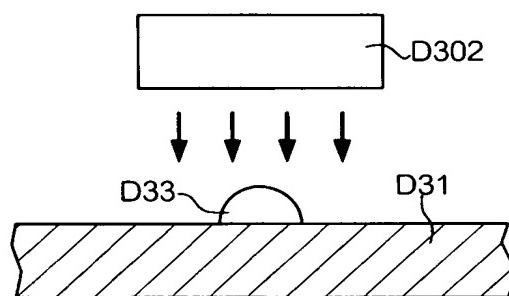


【図18】

(a)

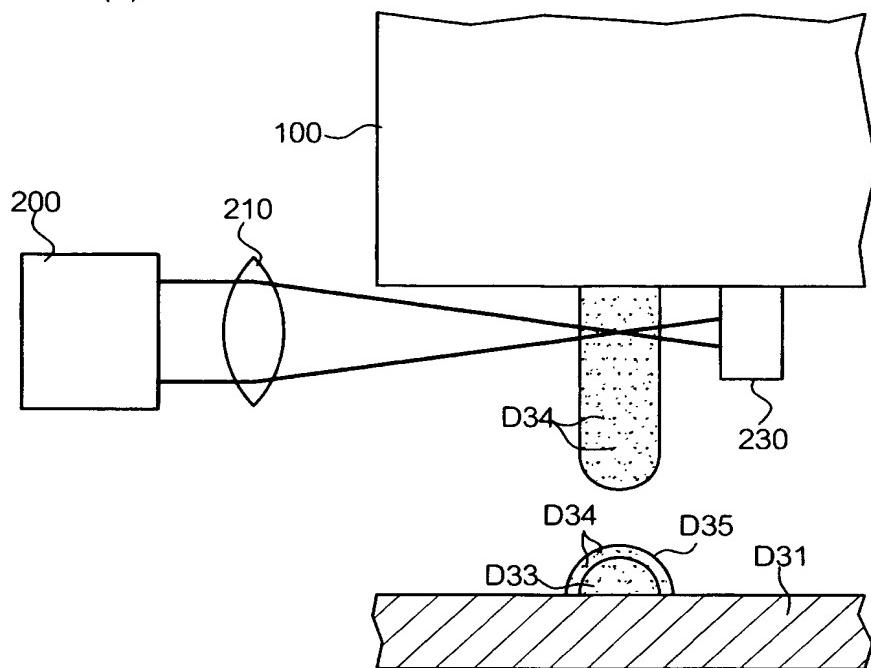


(b)

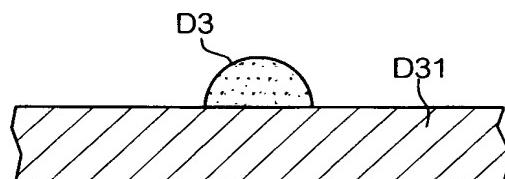


【図19】

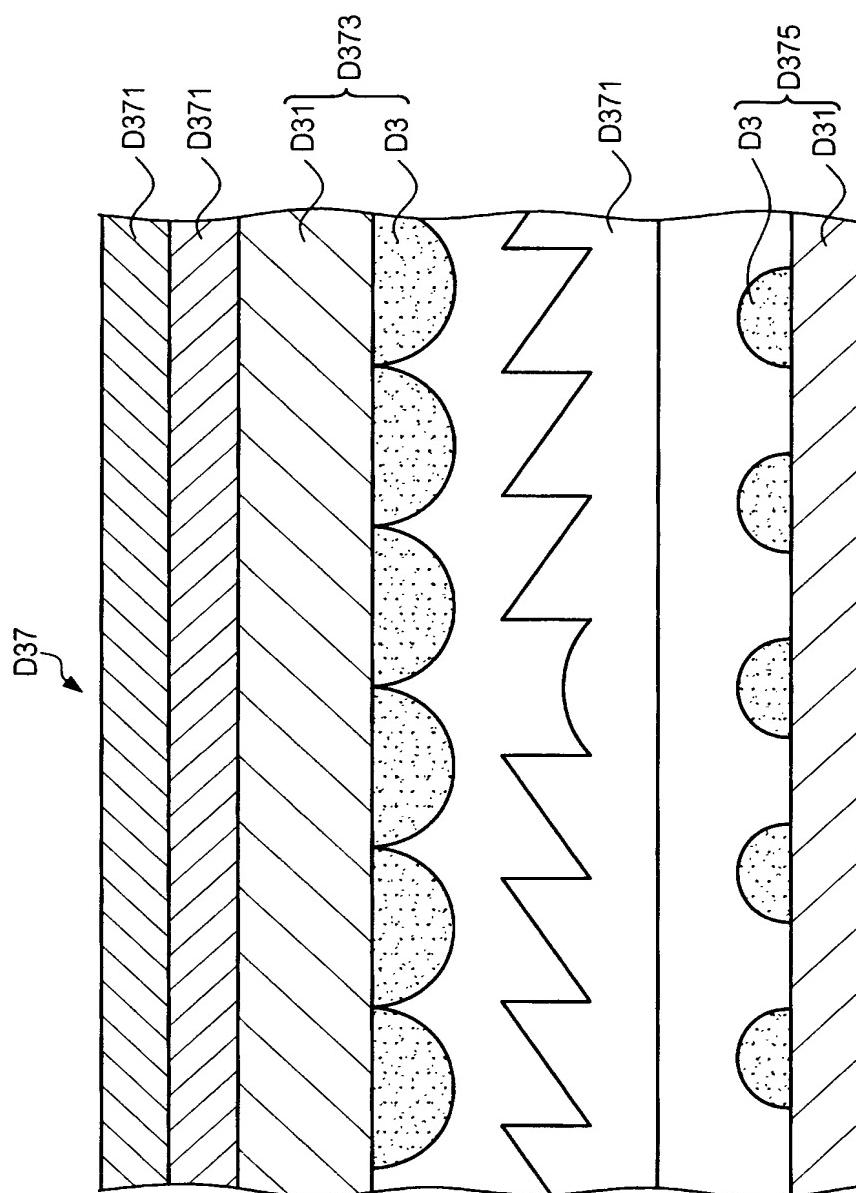
(a)



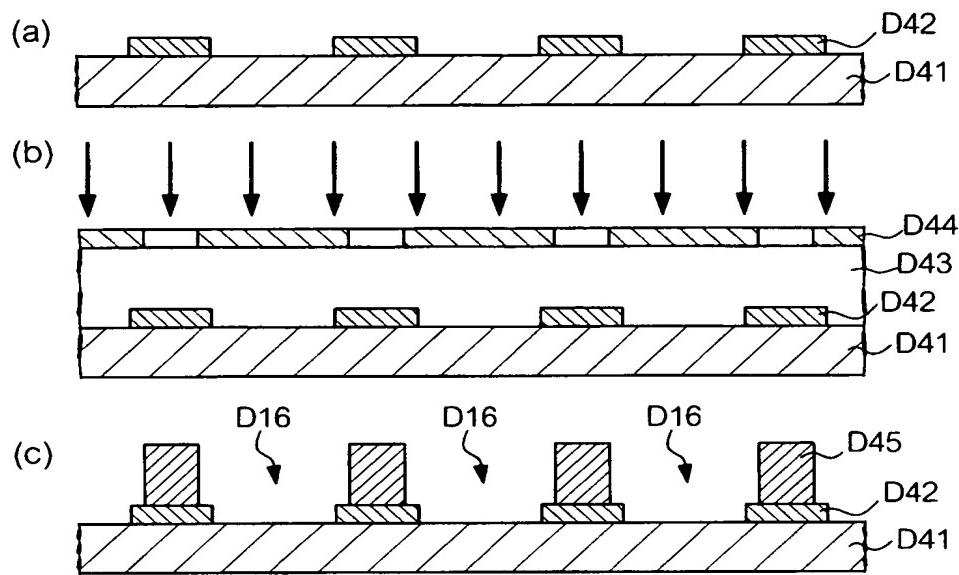
(b)



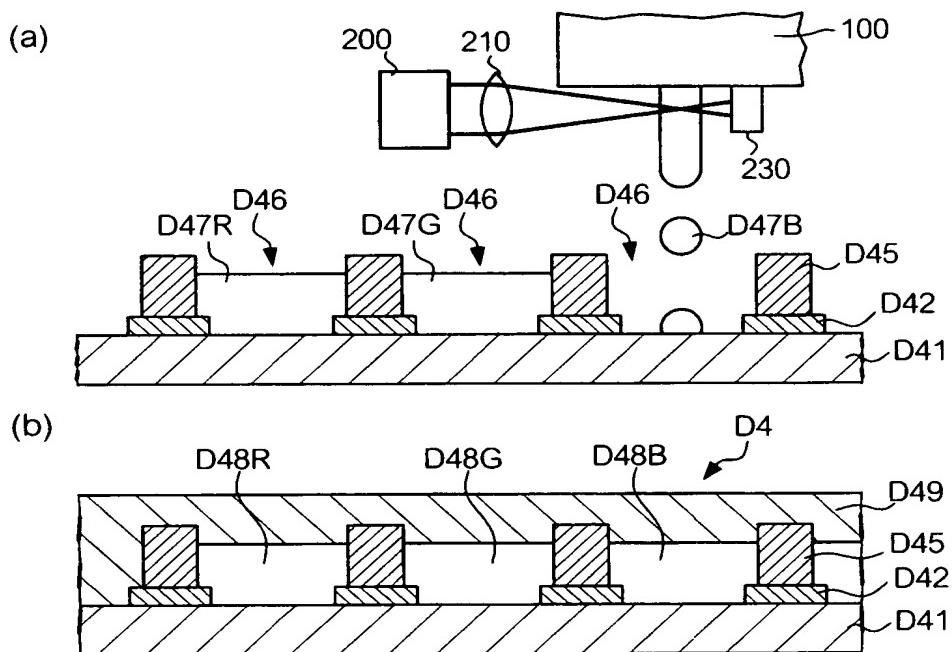
【図20】



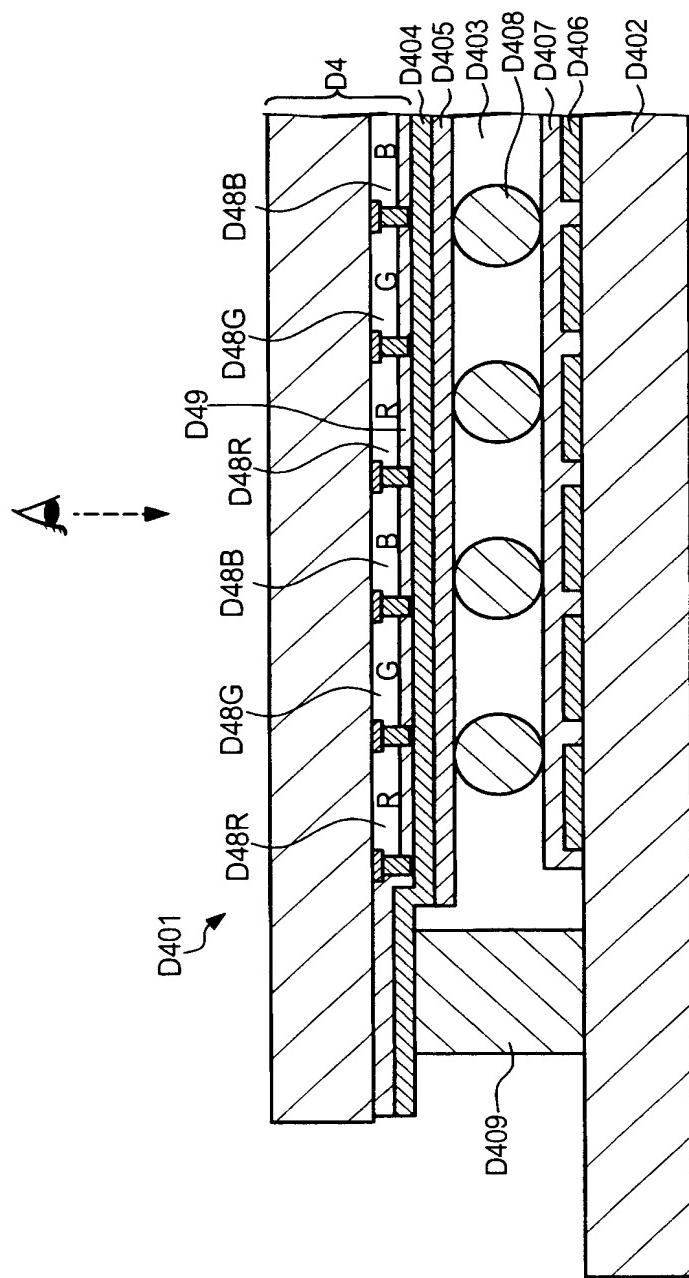
【図 2 1】



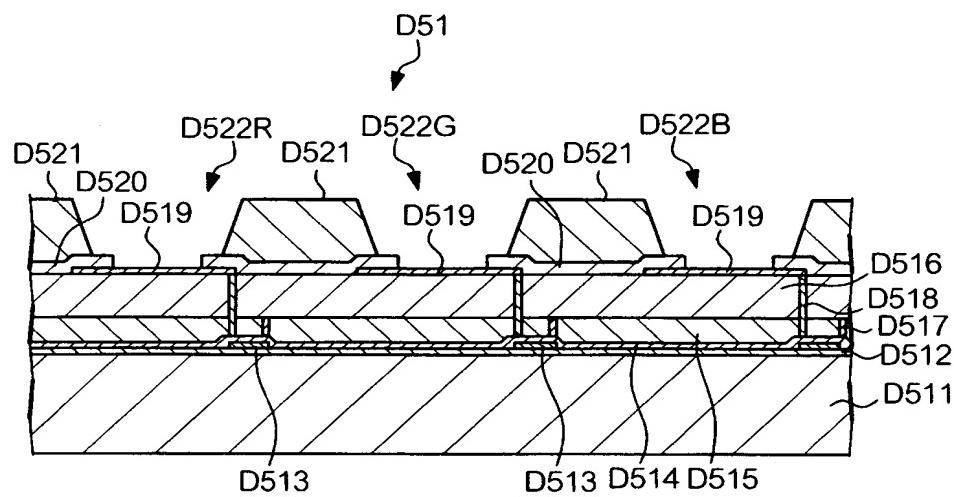
【図 2 2】



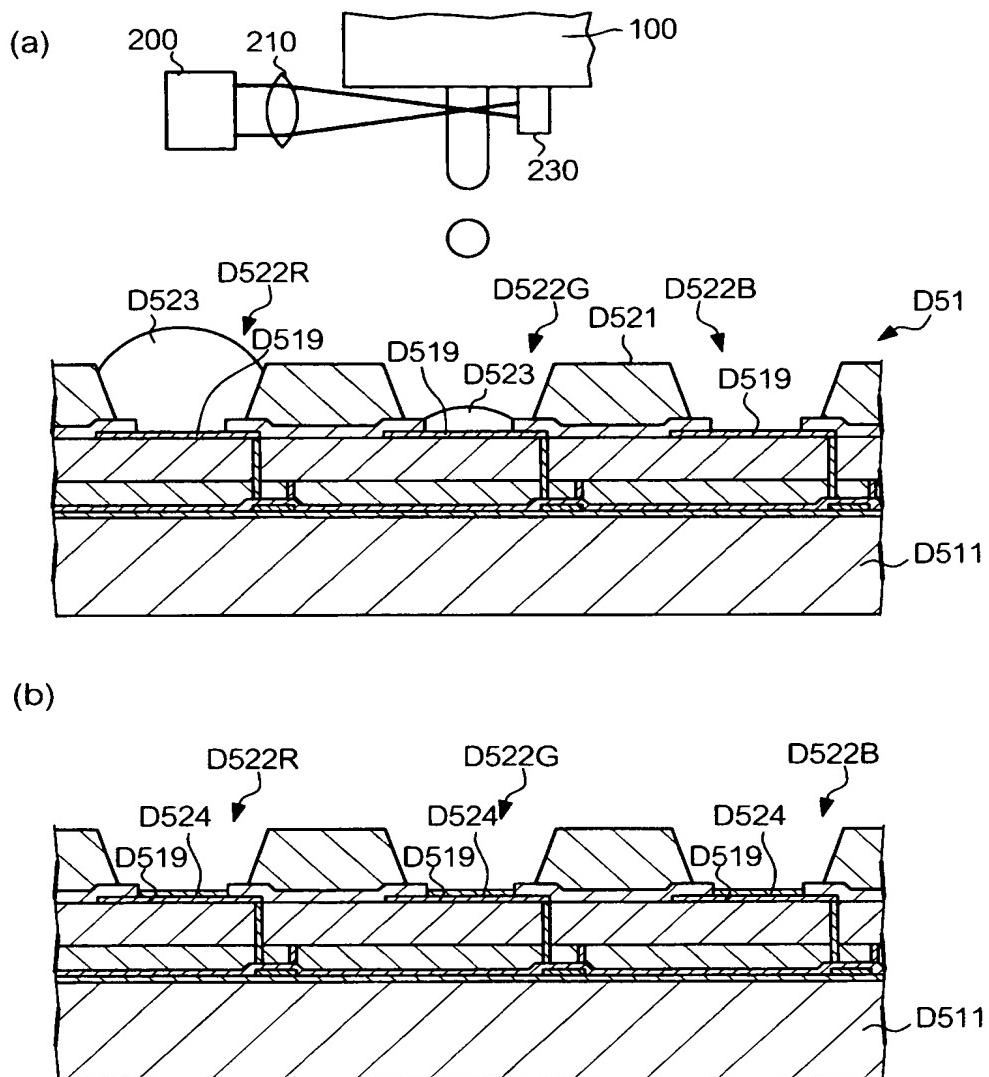
【図23】



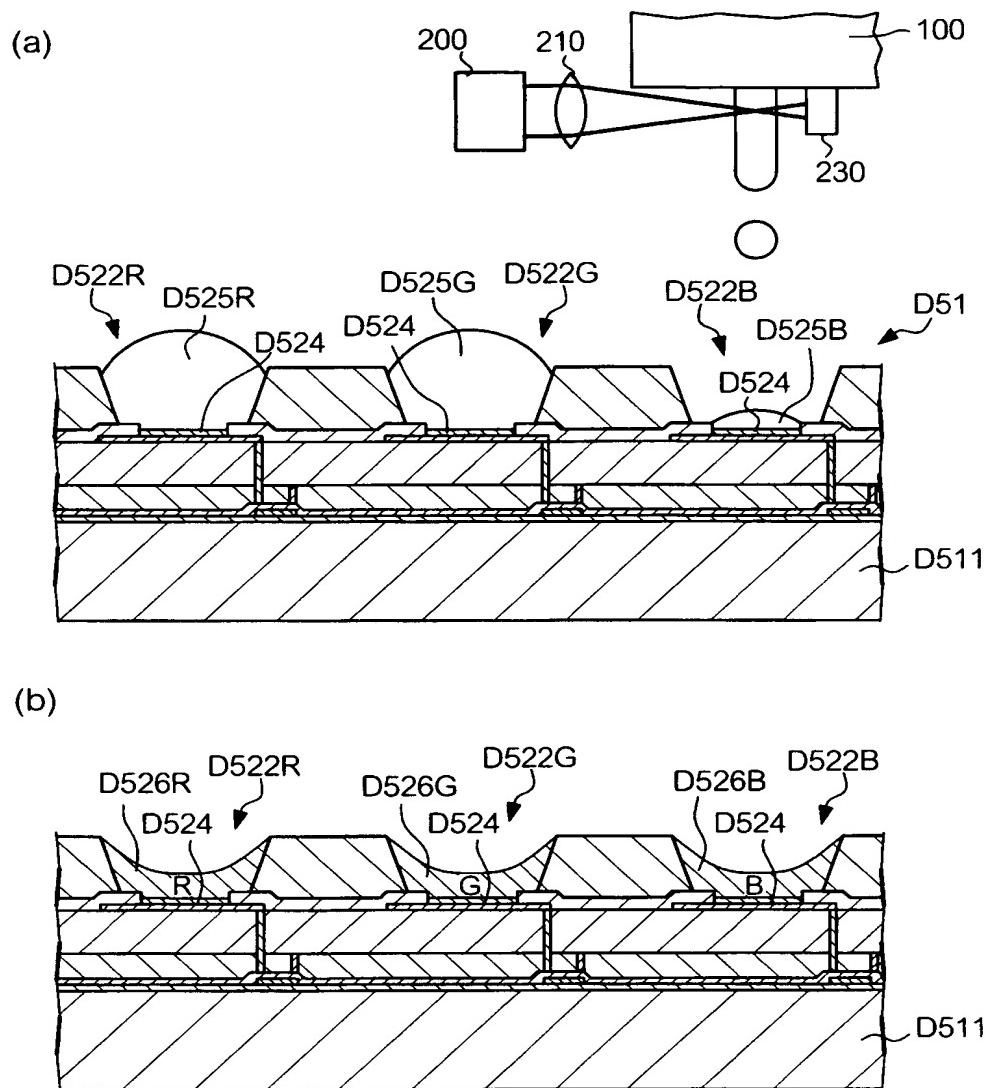
【図 24】



【図25】

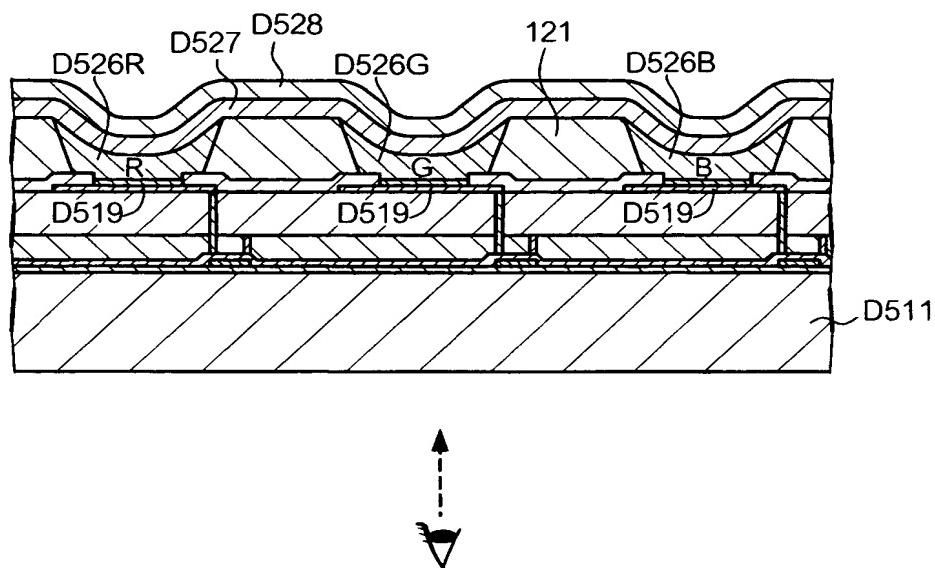


【図 26】

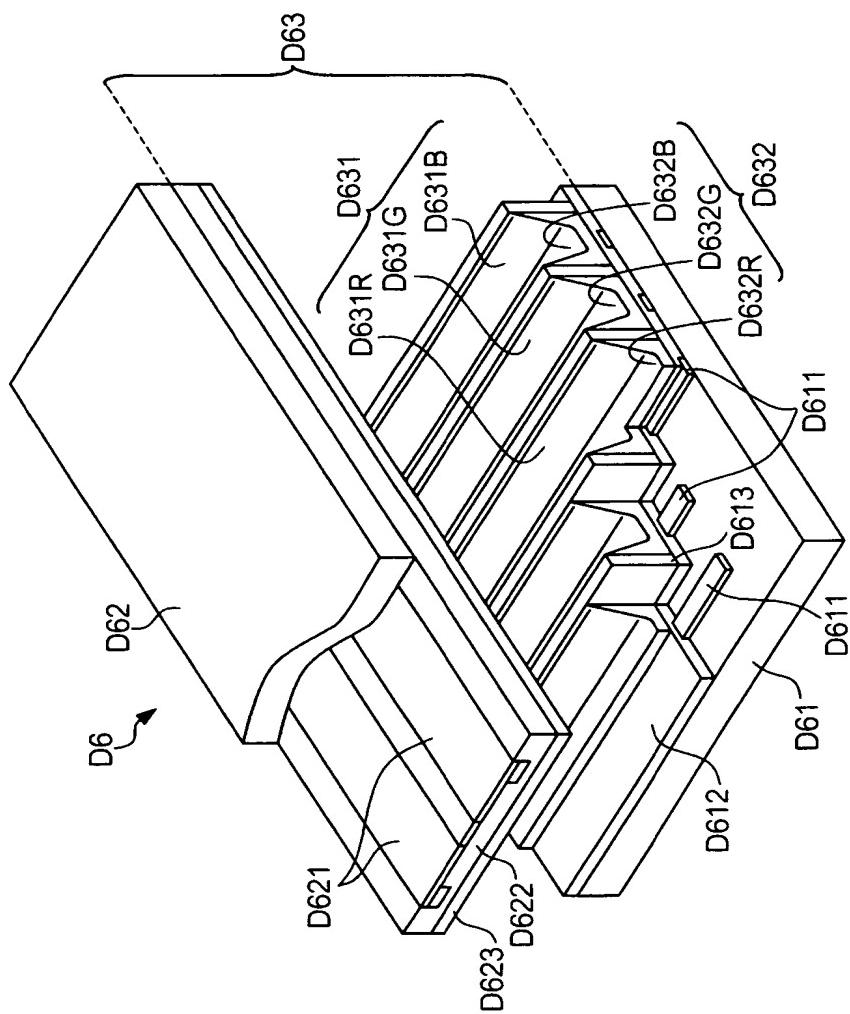




【図27】



【図28】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 液滴を確実に吐出することが可能な液滴吐出装置および液滴吐出方法を提供する。

【解決手段】 液滴吐出ヘッド100は、溶液タンク110に貯えられた溶液を吐出するノズル140を有している。圧電素子130は、圧力室120内に貯えられる溶液を増圧あるいは減圧して、ノズル140から液柱を吐出あるいは吸引する。ノズル140近傍に設けられたレーザ200および円筒レンズ210は、液柱にレーザビームを集光して、圧電素子130による液柱の液滴化を補助する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-299317
受付番号	50301390198
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成 15 年 8 月 27 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000002369
【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
【氏名又は名称】	セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】	100098084
【住所又は居所】	東京都中央区日本橋一丁目 2 番 10 号 東洋ビル ディング 7 階 朝日特許事務所
【氏名又は名称】	川▲崎▼ 研二

特願2003-299317

出願人履歴情報

識別番号 [000002369]

1. 変更年月日 1990年 8月20日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

氏 名 セイコーエプソン株式会社